
#942
مارتن ريس
عن المستقبل
آفاقٌ ممكنة للإنسانية
مكتبة
ترجمة وتقديم: لطفية الدليمي



#942

عن المستقبل

آفاقٌ ممكنة للإنسانية



اسم المؤلف: مارتن ريس

عنوان الكتاب: عن المستقبل - آفاقٌ ممكنة للإنسانية

ترجمة وتقديم: لطفية الدليمي

تصميم الغلاف: ماجد الماجدي

الناشر: دار المدى

الطبعة الأولى: 2021

Author: **Martin Rees**

Title: **On the Future - Prospects for Humanity**

Translated by: **Lutfia Al-Dulaimi**

Cover Designed by: **Majed Al–Majedy**

P. C.: **Al–Mada**

First Edition: **2021**



للإعلام والثقافة والفنون

Al-mada for media, culture and arts

بغداد: حي أبو نواس - محلة 102 - شارع 13 - بناية 141

Iraq/ Baghdad- Abu Nawas-neigh. 13 - 102 Street - Building 141

+ 964 (0) 780 808 0800 + 999 2799 770 (0) 964

+ 290 1919 790 (0) 964

بيروت: بشامون - شارع المدارس

Beirut: Bchamoun - Schools Street

+ 15017 706 961 + 2617 175 961

+ 2616 175 961

دمشق: شارع كرجية حداد- متفرع من شارع 29 أيار

Damascus: Karjieh Haddad Street - from 29 Ayar Street

+ 2275 232 11 963 + 2276 232 11 963

ص.ب: 8272 + 2289 232 11 963

مارتن ريس

مكتبة | سُر مَن قرأ

عن المستقبل
آفاقٌ ممكنة للإنسانية

#942

ترجمة وتقديم: لطفية الدليمي



مكتبة
t.me/t_pdf

المحتويات

تقديم المترجمة

لاأظنّ أنّ أحداً سيتخالف معي بشأن قلّة الأدبيات الخاصة بمبحث علم المستقبليات **Futurology** في عالمنا العربي، وربما يمكن للمرء بعد طول تفكّر في هذه الحقيقة أن يخلص إلى قناعة بأننا نفكّر ليومنا بأكثر ممّا نفكّر في مآلات الغد. قد يرى بعضٌ أننا لسنا لاعبين مؤثرين في الجغرافيا السياسية للعالم؛ وعليه فليس من ضرورة ملزمة لأن نتفكّر في مآلات عالمٍ لانساهم في صناعته وتشكيله لأنّ هذا الأمر إختصاص حصري لكبار اللاعبين السياسيين وعمالقة العلم والتقنية في العالم. أرى أنّ هذا الرأي فاسدٌ يجانب أمثولات التأريخ وحقائق الجغرافيا السياسية، وينطلق من قناعات راسخة إستطابت واقع الحال وفترت عزائمها على النهوض بواقعها -مهما بدا عصياً على التغيير-؛ فالأمم -كما الأفراد- تستطيع إحداث إنقلابات جذرية في أحوالها متى ماامتلكت الرؤية والرغبة في التغيير، وليس مثال رواندا عنّا ببعيد. إنّ العالم العربي، وبرغم كلّ الصور الأقرب إلى العوالم الديستوبية، يحفل بالكثير من البؤر المضيئة والمحاولات الجادة التي تتطلّع لأن تكون مثاباتٍ عالمية في مستقبل لاأحسبه بعيداً عن يومنا هذا.

ثمّة أمرٌ آخر بشأن أهمية المباحث الخاصة بالدراسات المستقبلية: المعرفة تسبق الفعل، وهذه حقيقة أظنها تصحّ في كلّ المجالات؛ وعليه إذا أردنا أن نرتفع بوتيرة تطورنا العلمي والتقني لابدّ من معرفة مآلات التوجهات العلمية والتقنية الحالية والتي سيكون لها الأثر الأعظم في تشكيل صورة العالم في المستقبل القريب. هنا تلعب الدراسات المستقبلية دوراً حاسماً في إعادة ترتيب أولويات الإنفاق الإقتصادي على القطاعات التي يُتوقّعُ أن يكون لها الأثر الأعظم في تمكين الإقتصاد وتعظيم دور الفرد والمجتمع معاً. لاينبغي

أن نتناسى بالطبع أنّ بعض جوانب التطوّر العلمي والتقني الحالي والمستقبلي تنذرُ بمفاعيل مهدّدة للحياة البشرية -وربما بلغت مبلغ الكارثة-؛ وعليه سيكون من المناسب -بل الضروري للغاية- معرفة الوسائل التي تتيحُ لنا تفادي مثل هذه المخاطر المعوّقة؛ فنحن -العرب- في النهاية جزءٌ من هذا العالم ولسنا سكّان جزيرة معزولة، والكوارث المستقبلية -إن حدثت- لن تستثني أحداً لأنها كوارث عالمية الطابع globalised بالضرورة.

***

أذكر يوماً في أواخر القرن الماضي قرأت فيه كتاباً بعنوان (صور **المستقبل العربيّ**) تشارك في كتابته أربعةٌ من المتخصصين العرب في حقل الدراسات المستقبلية والتنمية التقنية والإقتصادية، وقد ترك الكتاب في نفسي أثراً جليلاً لازالت مفاعيله قائمة حتى اليوم؛ إذ كان العمل الأوّل الذي رأيت فيه توظيفاً دقيقاً لما يسمّى بأدوات التحليل الكمّي واستقصاء المتغيرات الحاكمة للنشاطات البشرية في شتى حقول النشاط الإقتصاديّ، وكان من العلامات المؤشرة لأهمية الكتاب وفرادته المميزة أن ظهرت نسخة باللغة الإنكليزية من الكتاب؛ الأمر الذي يشي بأنّ واضعي الكتاب سعوا لمخاطبة العقل غير العربيّ إلى جانب العقل العربيّ، ومنذ ذلك اليوم وأنا أتابع **حقل الدراسات المستقبلية Futurology** بشغف وحرص. ثمة، بالطبع، الكثير من الدراسات المستقبلية الموضوعة باللغة الإنكليزية، وقد تُرجِم بعضها إلى العربية، وقد علق بذهني -من بين تلك المؤلّفات- كتاب بعنوان (العالم بعد مائتي عام) صدر ضمن سلسلة كتاب عالم المعرفة في ثمانينات القرن الماضي وكان بحقّ كتاباً رائعاً يتضمّن رؤى إستشرافية مثيرة بشأن أحوال عالمنا البشريّ، ويمكن الإشارة أيضاً إلى كتاب (عالمنا المشترك(*)) الصادر ضمن نفس السلسلة وهو من منشورات منظمة الأمم المتحدة للبيئة ويركّز -كما هو واضح من عنوانه- على الجوانب البيئية

*- يشير البروفسور (مارتن ريس) في ثنايا كتابه إلى هذا التقرير الذي صدر بهيئة كتاب عن الأمم المتحدة، وأشرفت عليه رئيسة برنامج الأمم المتحدة للبيئة والتنمية UNDP (غرو هارلم برونتلاند) التي كانت رئيسة وزراء سابقة في النرويج. (المترجمة)

المرتبطة بالنشاطات البشرية وتأثيرها المتوقّع على كوكب الأرض في العقود القادمة.

تعاني بيئتنا العربية مشكلات هيكلية مزمنة تتطلّب عملاً دؤوباً لتخفيف آثارها في حياتنا الراهنة فضلاً عن آثارها المتوقّعة في العقود القادمة والتي من المتوقّع أن تشهد تفاقماً خطيراً يتطلّب العمل بحكمة وصبر وبطريقة توظّف كلّ الوسائل الكمّية المتاحة بعيداً عن العصبيات والعواطف السيّالة والإنحيازات المسبقة غير المجدية.

تتجذّرُ أصول المشكلات الهيكلية العربية في إعتماد إقتصاديات معظم بلدانها على الريع النفطي، أو في شحّة السيولة المالية في بلدان أخرى، وقد ترتّبت على هذه الهيكلية الاقتصادية إختلالات عميقة صار بنتيجتها الفرد العربيّ يميل للركون إلى الدعة والإسترخاء والإعتماد على التوظيف الحكومي الواسع الذي يستفيد من الفوائض المالية النفطية في سلسلة مشتبكة يستطيبها البعضُ حتى صار يحسبُ أنها ستستمرّ إلى مالانهاية؛ وهو الأمر الذي يقترب من خواتيمه بعد أن شهدنا في السنوات القليلة الماضية تطويراً ثورياً لمصادر الطاقة المتجدّدة ووضع خطط عملاقة لتصنيع السيارات الكهربائية على نطاق واسع، ولاينبغي تصوّر الأمر على أنّه نكاية أو رغبة مرضيّة في الإنتقام من البلدان النفطية التي تنعّمت بعوائد مالية ضخمة لعقود طويلة خلت؛ بل أنّ الأمر لايعدو إستجابة براغماتية مطلوبة للتعامل الجاد مع حالة فرط الإحترار الأرضي التي باتت تهدّد الحياة البيولوجية على سطح الأرض.

ثمة أمر آخر عظيم الأهمية يختصّ بإقتصاد المعرفة وضرورة تخصيص نسبة مالية محترمة من الإنفاق الحكوميّ العام للنهوض بهذا القطاع التعليمي الذي يعوّل عليه في خلق كفاءات بشرية تجيد التعامل مع الفعاليات التقنية – الاقتصادية المستقبلية التي ستحمل لواء البشرية في الفتوحات المعرفية الخلاقة وحيث لن يكون ثمة حكومة تعتمد الفوائض الريعية في الإنفاق على مجالات توظيف غير منتجة.

***

ليس المستقبل العربيّ مظلماً أو كئيباً كما قد يتغنّى بعض المسكونين بالخيبة والرغبة في إطفاء شعلة الأمل والعمل الجاد لتغيير الواقع؛ لكنّ الأمانة تقتضي أن نقول أيضاً بأنّنا خسرنا الكثير من الفرص ولم يبقَ لنا الكثير لنخسره في سياق سباق عالميّ لن يكون مكان فيه للمتخاذلين أو المنكفئين أو المرتكنين على أنساق متهالكة ثبت عجزها وبطلانها.

يمكن للقارئ الشغوف (والمتخصص أيضاً) أن يلجأ إلى العديد من الكتب المنشورة على مدى العقد الماضي والتي تتناول مبحث الدراسات المستقبلية، وثمة طائفة بين هذه الكتب تخاطب القارئ العادي بلغة بعيدة عن الرطانة الأكاديمية؛ لكنها تحافظ على الجوانب العلمية المتينة في مقاربة الموضوعات التي تتناولها وبما يكفي لتمكين القارئ من امتلاك صورة شاملة عن المآلات المستقبلية للعلم والتقنية. يمكن -على سبيل المثال- الإشارة إلى كتابٍ حرّره البروفسور الفيزيائي البريطاني (العراقي الأصل جيم الخليلي **Jim Al-Khalili**، وهو بعنوان (ماذا بعدُ؟: ماذا يمكن للعلم أن يخبرنا بشأن مستقبلنا المدهش)(*). الكتاب مدهش حقاً، ومنشور في شهر تشرين أول (أكتوبر) من العام 2017، وضمّ مساهمات لنخبة متميزة من العلماء والمهندسين والخبراء المشهود لهم بامتلاك رؤية عالمية في حقل معرفي محدّد على الصعيد العالمي، ويمتازون جميعاً بخصيصة باتت علامة فارقة لكلّ المشتغلين في الحقول المعرفية علمية أم تقنية أم إنسانية - تلك هي خصيصة حبّ البحث الذي يقع في تخوم المعرفة، ومحاولة التعشيق الحيوي بين الحقول المعرفية في صيغة دراسات بينية متداخلة interdisciplinary، والإهتمام الشامل بمستقبل النوع البشري والبيئة الحيوية التي تعيش فيها الكائنات الحية ضمن الفرع المعرفي

المسمى المستقبليات الذي شهد -ولايزال يشهد في يومنا هذا- دفعات كبيرة من التقدم المدهش.

***

---

*- عنوان الكتاب باللغة الإنكليزية هو:

What's Next?: Even Scientists Can't Predict the Future – or Can They?

أرى من جانبي أنّ البروفسور (مارتن ريس **Matin Rees**)، أستاذ الفيزياء الفلكية والكوسمولوجيا في جامعة كامبردج والرئيس السابق للجمعية الملكية البريطانية، هو أحد أهمّ العلماء الذين تناولوا مستقبل الإنسانية في مؤلفاته العديدة.

سأتناولُ أدناه الأسباب المسوّغة التي دفعتني لترجمة كتاب البروفسور ريس (عن المستقبل: آفاقٌ ممكنة للإنسانية):

1. فضلاً عن كونه فيزيائياً فلكياً ومتخصصاً في الكوسمولوجيا (علم الكونيات) فقد عمل البروفسور ريس رئيساً للجمعية الملكية البريطانية؛ الأمر الذي يعني بالضرورة تحصّله على طيف واسع من الرؤى والخبرات – الفلسفية والمهنية والعلمية والتقنية– التي تؤهّله تناول موضوع المستقبليات بكلّ مايستلزمه من خبرات معرفية تقع على الجبهات المتقدمة للمعرفة البشرية الراهنة.

2. يكتب البروفسور ريس بطريقة محبّبة تنطوي على خصيصة استثنائية تتمثلُ في ابتعاده عن الرطانة المغالية في المعلومات والبيانات والجداول والتفاصيل التقنية على حساب الخلاصات الإنسانية والفلسفية التي يمكن أن تمثل خريطة عمل واضحة للقارئ الشغوف. يمكن لمن يرغبُ الإطلاع السريع على طبيعة شخصية ريس المحببة وتناوله السلس للموضوعات المبحوثة، ومن غير تجشّم عناء القراءة الفاحصة لكتبه أو منشوراته، أن يشاهد الفديو التالي:

https: //www. youtube. com/watch? v=b6lxi9YJv CU&fbclid=IwAR2IjGS0KTTpS3fvckqAZtLnl–JR_ F9YsNjqmpWymlvLwe–uR7FsWCIpQTI

3. يتحدّث المنظّرون الثقافيون ودارسو العلاقة بين الأفكار والتقنية والتبدّلات الإجتماعية عن قُرْب دخول البشرية في مرحلة جديدة من بواكير عصر **الأنسنة الإنتقالية Transhumanism**، وستكون أهمّ سمات تلك المرحلة تعزيز الإستقلالية الفردية وبما يجعل الفرد شبه جزيرة معزولة مكتفية بذاتها، وإذا ماترافق هذا الأمر مع صعود تقنيات الذكاء الإصطناعي ووصولها لمستويات ثورية غير مسبوقة فسيكون الجنس البشري على أعتاب

عصر جديد ينبغي التحسّب لمتغيّراته على الصعيد القيميّ والسايكولوجيّ بخاصة، وهذا واحدٌ من أهمّ الأسباب التي تجعلنا نتفكّرُ ملياً في المآلات المستقبلية للعلم والتقنية. البروفسور ريس هو أحد أهمّ الكتّاب في حقل الأنسنة الإنتقالية وكذلك مابعد الإنسانية **Posthumanism**، وقد تناول هذا الموضوع الإشكالي بطريقة جيدة ومختصرة في كتابه هذا.

4. غياب المترجمات العربية الخاصة بالفروع المعرفية المتداخلة؛ إذ صارت الفروع المعرفية المتداخلة (والمشكّلة لجوهر **الثقافة الثالثة Third Culture** في عصرنا هذا) واحدة من أهمّ السمات المميزة لعصرنا هذا وإلى الحدّ الذي ماعدنا فيه اليوم نقرأ موضوعات في الجبهات المتقدمة للعلم والتقنية من غير أن نلمح أثراً من هذا التداخل المعرفي، ولعلّ شيوع **نظرية الأنساق Systems Theory** هو العنصر الأكثر فعالية الذي ساهم في إشاعة هذا النمط المتداخل بين المباحث المعرفية وبما يمنحنا رؤية كلية للحياة والفكر والكائن البشري بدلاً من إعتبارهم جزراً معزولة. إنّ مباحث مثل: **السايكولوجيا الإحتسابية Computational Psychology**، أو **الفلسفة العصبية Neurophilosophy**، أو **النظم الدينامية الفوضوية Chaotic Dynamic Systems**،، إلخ ماعادت مباحث تبعث على الدهشة لدى الشغوفين؛ لذا يتوجّب أن تحوز مثل هذه المباحث على حصة معقولة من الوليمة الترجمية وبخاصة أنها صارت الهيكل المركزي الذي تتأسسُ عليه كلّ التنبؤات المستقبلية المؤثرة.

5. يمثّل هذا الكتاب برغم حجمه المتوسّط (كوكتيلاً) معرفياً ضمّ ألواناً مختلفة في تناول مبحث المستقبليات يندر أن نشهد نظائر عديدة لها في الأدبيات الأخرى. يفتتح المؤلف المؤلف كتابه بمقدمة مقتضبة، ثم يعقبها بمادة عنوانها (خلاصة كونية) يقدّم فيها حكاية مختصرة للجنس البشري في سياق النشأة الكونية للكون، ومن ثمّ يشرعُ المؤلف في تناول مادة الكتاب الرئيسية التي تتوزّع على فصولٍ خمسة: يتناول الفصل الأول تقديم خريطة زمنية لعصر الأنثروبوسين (عصر السيادة البشرية على الأرض)، ويقدّم الفصل مناقشة مركّزة لعناصر التهديد الرئيسية التي تهدّد الجنس البشري وهي في العموم التهديدات النووية والبيئية والكونية والمناخية والطاقوية.

يتناول المؤلف في الفصل الثاني مستقبل الإنسانية على الأرض عبر مناقشة المآلات المستقبلية للتقنيات الحالية المؤثرة في تشكيل الوجود البشري وشكل الحياة السائدة على الأرض، وهذه التقنيات هي: التقنية الحيوية، والتقنية السايبرية والروبوتيات والذكاء الإصطناعي، فضلاً عن تناول تأثير تلك التقنيات على طاع الوظائف والتسبب في مخاطر وجودية غير متصوّرة في وقتنا الحاضر. أما الفصل الثالث فيتناول الجنس البشري في منظر كوني، والموضوعات الرئيسية هنا هي السفر الفضائي وشكل مغاير من الذكاء البشري المعهود، وتمثل مناقشة الحقبة البشرية مابعد الإنسانية الموضوعة الإشكالية الأكثر أهمية في هذا الفصل. يتناول الفصل الرابع حدود ومستقبل العلم، ويمثل مناقشة رصينة لفلسفة العلم المستقبلي في موضوعاتٍ محدّدة مثل: التعقيد **Complexity**، المعنى والغاية، تخوم العالم المادي، العوالم الروحية في حقبة مابعد الإنسانية. يختتم المؤلف كتابه بفصلٍ عنوانه (حصيلة إستنتاجية) هو بمثابة مناقشة للجانب السوسيولوجي في العلم المستقبلي، ويتناول موضوعة ممارسة العلم، والعلم في المجتمع، والآمال والمخاوف المستقبلية المُتَشاركة بين أفراد الجنس البشري.

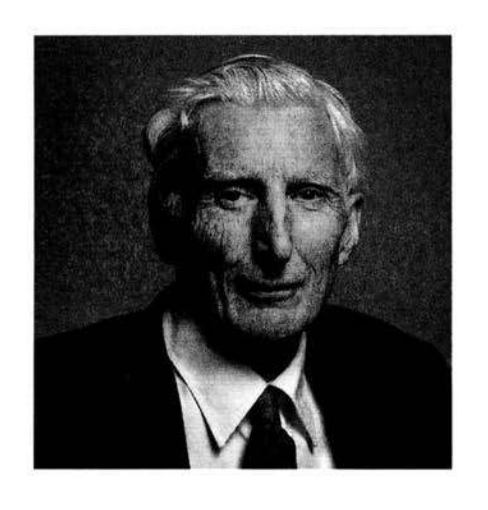
لطفية الدليمي

عمّان: 7 آذار 2020



التعريف بمؤلّف الكتاب

مارتن ريس



البروفسور **مارتن جون ريس Martin John Rees**: عالم كونيات (كوسمولوجيا) وفيزياء فلكية بريطاني، وُلِد عام 1942، وشغل منصب الفلكي الملكي Astronomer Royal منذ عام 1995، كما شغل منصب رئيس الجمعية الملكية للفترة من عام 2005 وحتى 2010، فضلاً عن الكثير من المواقع الأكاديمية والمهنية المتميزة.

نشأ البروفسور ريس في مقاطعة يورك البريطانية، ودرس الرياضيات والفيزياء في كلية ترينيتي Trinity بجامعة كامبردج وتخرّج منها حاصلاً على المركز الأوّل، ثمّ أكمل دراساته العليا في الكلية ذاتها حتى حصل على

درجة الدكتوراه Ph. D تحت إشراف البروفسور دينيس سياما عام 1967. تطابقت النتائج التي حصل عليها ريس في دراسته العليا في حقل الفيزياء الفلكية مع التفجّر الحاصل مع المكتشفات الجديدة في هذا الحقل العلمي بمنتصف ستينيات القرن العشرين – تلك المكتشفات التي جاءت بالعديد من الإنعطافات الثورية التي تراوحت بين تأكيد نظرية الإنفجار العظيم **Big Bang** واكتشاف النجوم النيوترونية والثقوب السوداء فضلاً عن الكثير من الكشوفات الأخرى.

عقب إكماله دراساته العليا شغل البروفسور ريس العديد من المناصب الأكاديمية في المملكة المتحدة والولايات المتحدة حتى إستقرّ به المطاف ليكون أستاذاً للفيزياء الفلكية بجامعة كامبردج منذ عام 1991 إلى جانب عمله مديراً لمعهد الفلك في الجامعة ذاتها.

ألّف البروفسور ريس ماينوف على الخمسمائة من المنشورات البحثية التي نُشِرت في المطبوعات العلمية الرصينة، وساهم في تأصيل مفهوم **إشعاع الخلفية المايكروي الكوني cosmic microwave background radiation** بالإضافة إلى مفهوم تجمّع المجرّات وتشكّلها، وقد ساهمت دراساته المعمّقة في تقديم الدحض النهائي **لنظرية الحالة الثابتة steady state theory**.

البروفسور ريس مؤلّف معروف للعديد من الكتب المرموقة في ميدان الفلك (والعلم بعامة) والتي تخاطب عامّة الناس، كما ساهم في إلقاء الكثير من المحاضرات المخصصة للحضور العام. أختير البروفسور ريس عام 2010 لإلقاء محاضرة رايث **Reith Lecture** الشهيرة والتي دأبت إذاعة ال BBC على جعلها تقليداً سنوياً في برنامجها الثقافي، وقد نُشِرت تلك المحاضرة في كتاب مطبوع بعنوان (**من هنا حتى اللانهاية: آفاق علمية**). يؤمن ريس بالبحث عن **الذكاء غير الأرضي extraterrestrial intelligence** رغم قناعته بضآلة إمكانية النجاح في هذا المسعى.

إلى جانب الطيف الواسع من إهتماماته العلمية متعدّدة الجوانب كتب ريس الكثير (مثلما تناول في محاضرات عديدة) المعضلات والتحديات

التي يمثلها القرن الحادي والعشرون للجنس البشري، كما تناول الحدود البينية التي تجمع العلم بالأخلاقيات والسياسة.

أدناه قائمة بأهمّ الكتب التي ألّفها البروفسور ريس خلال حياته الأكاديمية والمهنية:

- **مُصادفات كونية: المادة المظلمة، الجنس البشري، والكوسمولوجيا الإنسانية (بالإشتراك مع جون غريبين)، 1989**
- ***Cosmic Coincidences: Dark Matter, Mankind, and Anthropic Cosmology*** (co–author John Gribbin) , 1989
- **منظورات جديدة في الكوسمولوجيا الفيزيائية الفلكية، 1995**
- ***New Perspectives in Astrophysical Cosmology***, 1995
- **قبل البداية: كوننا والأكوان الأخرى، 1997**
- ***Before the Beginning – Our Universe and Others***, 1997
- ستّة أعدادٍ فحسب: القوى العميقة التي تشكّلُ الكون، 1999
- ***Just Six Numbers: The Deep Forces That Shape the Universe*** , 1999
- **مستوطنتنا الكونية، 2001**
- ***Our Cosmic Habitat*** , 2001
- **ساعتنا الأخيرة: تحذيرُ عالِم – كيف يهدّد الإرهاب والأخطاء البشرية والكوارث البيئية مستقبل الجنس البشري في هذا القرن**

(نُشِر الكتاب في المملكة المتحدة تحت عنوان: قرننا الأخير: هل سينجو العِرق البشري في القرن الحادي والعشرين؟)، 2003

- ***Our Final Hour. A Scientist's Warning: How Terror, Error, and Environmental Disaster Threaten Humankind's Future In This Century—On Earth and Beyond*** (UK title: ***Our Final Century: Will the Human Race Survive the Twenty–first Century?)*** , 2003

- ماالذي لانعرفه بعدُ؟ (يُنشَرُ لاحقاً)

- ***What We Still Don't Know*** (yet to be published).

-من هنا حتى الأبدية: آفاق علمية، 2011

- ***From Here to Infinity: Scientific Horizons***, 2011

- عن المستقبل: آفاق ممكنة للإنسانية، 2018

- ***On the Future: Prospects for Humanity***, 2018

المترجمة

مراجعة للكتاب

دومينيك لِنتون

الآتي ترجمة لمراجعة في كتاب (عن المستقبل: آفاق ممكنة للإنسانية) كتبها (دومينيك لِنتون Dominic Lenton) المسؤول التحريري لمجلّة (E&T: Engineering & Technology) البريطانية. المراجعة منشورة بتأريخ 8 يناير (كانون ثاني) 2019. أدناه الرابط الألكتروني لهذه المراجعة:

https: //eandt. theiet. org/content/articles/2019/01/ book–review–on–the–future–prospects–for–humanity–by–martin–rees/

• المترجمة

يشهدُ عالمُنا تغيراً متسارعاً إلى حد يسوّغُ إعادة التفكّر الشاملة التي قدّمها لنا (مارتن ريس) في كتابه (عن المستقبل: آفاق ممكنة للإنسانية) والتي سبق له أن تناولها في كتاب سابق له نُشر عام 2003 وأراد له أن يكون بعنوان (قرننا الأخير؟)؛ لكن ناشره البريطاني، وكما إعترف ريس لاحقاً، أقنعه برفع علامة الاستفهام من عنوان الكتاب؛ في حين أنّ القرّاء الأمريكيين حصلوا على نسخة من الكتاب ذاته بعنوان (ساعتنا الأخيرة)!.

على الرغم من أنّ ريس يصف نفسه بكونه ذا نزعة تفاؤلية فيما يخصُّ مستقبل التقنية فقد تنبّأ بأنّنا لو وضعنا في اعتبارنا كلّ المخاطر الوجودية الحالية والمتوقعة في الحسبان فإنّ البشرية سيكون لها فرصة بنسبة 50% لبلوغ نهاية هذا القرن (الحادي والعشرين) من غير أن تختبر أحد

السيناريوهات الكارثية. يبدو هذا التنبؤ مادة تأمّلية خالصة؛ لكنها في واقع الأمر تستند إلى شواهد أخاذة لايمكن إهمالها، والحقّ أننا بلغنا في وقتنا هذا، وللمرة الأولى على مدى عمر الأرض كله، مرحلة صار بمقدور نوعٍ بشري واحد بمفرده تحديد مصير الكوكب الأرضي.

تعمل التقنية على الارتقاء بحيوات كثيرين من البشر؛ لكنها في الوقت ذاته تجعلنا عُرضة لطائفة جديدة غير مسبوقة من التهديدات المقترنة بانفجار سكّاني هائل وضغوط ذات مفاعيل مدمّرة للبيئة؛ لكن وبرغم هذه الحقائق الصارخة فإنّ مقاربتنا لمستقبلنا البشري (وبخاصة عندما يختصُّ الأمر بالمدى الذي تذهب إليه الحكومات في تحديد الأولويات الوطنية) ماتزال مطبوعة بطابع التفكير قصير المدى، والجدالات المتصارعة المحفزة للاستقطابات المنفّرة، واعلاء شأن التوجهات التشاؤمية المتقنّعة بخطابات بلاغية ذات نبرة منذرة ساذجة.

البروفسور (مارتن ريس) شخصية مرموقة معروفة للجمهور البريطاني والعالمي لكونه الفلكي الملكي Astronomer Royal لبريطانيا، وكونه عضواً في كلية ترينيتي Trinity College (إحدى كليات جامعة كامبردج، المترجمة)، كما أشغل لسنوات طويلة موقع مدير معهد الفلك في جامعة كامبردج. أبدى البروفسور ريس دوماً اهتماماً عميقاً بموضوعات العلم والمعضلات التقنية ذات الأبعاد العالمية منذ أن كان عضواً في مجلس اللوردات البريطاني، والرئيس الأسبق للجمعية الملكية البريطانية، وقد جاء كتابه الأحدث (**عن المستقبل: آفاق ممكنة للإنسانية On The Future: Prospects For Humanity**) المنشور عن جامعة برينستون الأمريكية المرموقة عام 2018 ليكون بمثابة الصرخة المدوّية التي أرادها البروفسور ريس لاعلاء شأن نمط من التفكير العقلاني الذي غدا أمراً غير شائع في أيامنا الراهنة.

ليس ثمة من شكّ في أنّ عبارة (آفاق ممكنة للانسانية) التي جاءت عنواناً فرعياً للكتاب هي عبارة تشيرُ إلى مستقبل العلم وإلى مدى نجاحنا في تطويع التقنية لخدمة الحاجات البشرية من غير مفاعيل خطيرة على الجنس البشري. إذا ماأردنا تجنب المآلات الديستوبية التي يدقّ الكثير من العلماء

والمختصين جرس الإنذار بشأنها فينبغي لنا أن نفكّر بطريقة معقلنة وعالمية وجمعية وتفاؤلية، وقبل هذا كله ينبغي أن يكون تفكيرنا ذا مديات طويلة ولايكتفي بالجوائز اللحظية الراهنة.

يمتلك الجنس البشري القدرة والإرادة في أنه -يوماً ما- سيستعمرُ عوالم خارج نطاق كوكبنا الأرضي، وحتى يتحقق ذلك الأمر يتوجّبُ علينا أن نطوّر موازنة مناسبة بين تطوير التقنيات اللازمة لتحقيق ذلك الاستعمار البشري للعوالم الأخرى، ومكافحة الفقر والتعامل مع التغير المناخي والمخاطر النووية والحروب الجرثومية والسبرانية،،، وسواها من المعضلات. ليس من خطة بديلة (أو كما تسمى الخطة ب) يمكن أن توفر بديلاً لنا إذا لم نوفر الاهتمام اللازم بموطننا الأرضي.

رسالةُ ريس في كتابه هذا هي التالية: لسنا في حاجة لأن نكبح مسيرة تطورنا التقني بطريقة راديكالية عنيفة، وكلّ مايحتاجه المجتمع هو المعرفة الدقيقة بالمديات التي تقودنا إليها التقنيات الحالية ومن ثمّ إعادة توجيهها متى ماتطلّب الأمر ذلك، وهذا يعني -بالضرورة- أن نمنح انتباهتنا الأكبر للعلماء والمهندسين بدلاً من توجيهها نحو السياسيين وحَمَلة الأسهم. المعضلة الكبرى في وقتنا الراهن تكمنُ في أنّ تناول موضوعات على شاكلة التغير المناخي ووضع ضوابط على التقنيات السائدة لايحوز إلا على أقل أشكال المساهمة العالمية والتعاون الدولي، وفي وقتنا هذا يبدو أنّ هذه الإشكالية هي السؤال الكبير المفتوح والباقي من غير اجابات مناسبة.

في الوقت الذي تميلُ فيه المناقشات الحجاجية في هذا الكتاب -الصغير والثري في محتواه- نحو تفضيل التحليل الموضوعي لما نحنُ عليه في وقتنا الراهن وإلى أين ستقودنا التطورات العلمية والتقنية المستقبلية فإنّ عبارات ريس الختامية في الكتاب تبدو مؤثرة ومحرّكة للعواطف الإنسانية؛ فهو يتساءل بطريقة باعثة على التفكّر والإلهام للنهوض بواجباتنا الأخلاقية المنتظرة منّا: **هل نرغبُ الإنزلاق في متاهة التأريخ ولايُذكرُ عنّا سوى كوننا جيلاً أنانياً ادرك المعضلات الكبرى التي خلقها؛ لكنه مع ذلك الإدراك إرتأى أن يُبقي تلك المعضلات إرثاً يتركه للأجيال المستقبلية لكي تتعامل معها؟**

ينتهي ريس في كتابه إلى الخلاصة الثمينة التالية، وهي جوهر رسالته الموجّهة لجيلنا الحالي:

«ثمة القليل للغاية من التخطيط ومعاينة الآفاق المستقبلية وإدراك طبيعة المعضلات طويلة الأمد، وسيكون -بكل تأكيد- فعلاً مجلّلاً بالعار إذا ماأورثنا أجيالنا المستقبلية عالماً مستنفد الموارد ومختنقاً بالكوارث القاتلة».

عن الإستخدام الأمثل للعلم في حماية الإنسانية:
حوارٌ مع البـروفسور (مارتـن ريـس)

أدناه ترجمة لحوارٍ مع البروفسور (مارتن ريس) نُشِر في موقع (**Quanta Magazine**) الألكتروني بتأريخ 5 ديسمبر (كانون أوّل) 2018. يمكن لمن يستأنس قراءة الحوار باللغة الإنكليزية أن يلجأ إلى الرابط الألكتروني التالي الذي يجد فيه النص الأصلي للحوار:

https: / /www. quantamagazinc. org /martin–rees–on–the–future–of–science–and–humanity–20181205 /

• المترجمة

ساهم الفيزيائي الفلكي مارتن ريس، وعلى مدى خمسين سنة خلت، في فهمنا للكوسمولوجيا (علم الكونيات). يتحدّث البروفسور ريس في يومنا هذا بشأن الوعود العظيمة والمخاطر العظيمة كذلك للعلم والتقنية والتي يمكن أن تحلّ بعالمنا في الخمسين سنة القادمة ومابعدها أيضاً.

يعدُّ الفيزيائي الفلكي مارتن ريس، المُكنّى بلورد لودلو، بروفسور كامبردج البالغ سبعاً وستين عاماً (وقت إجراء الحوار عام 2018، المترجمة) شخصية محترمة على صعيد بريطانيا العظمى بأجمعها، ولايعود الأمر لمساهماته العلمية فحسب بل لإمكانيته المميزة في مقاربة الحدود البينية الشاقة التي تجمع العلم والسياسة والأدب بطريقته النادرة التي توائمُ بين اليُسر والثقة.

أضاف اللورد ريس منذ ستينيات القرن الماضي، وعبر مايزيد علة الخمسمائة بحثاً، الكثير إلى فهمنا للمكتشفات الكوسمولوجية المفصلية، وبخاصة تلك المكتشفات التي ترتبط بالكون في بواكيره الأولى، ونشأة المجرّات، والمادة المظلمة، والظواهر الكونية العنيفة، فضلاً عن إمكانية وجود أكوان متعدّدة.

فيما يخصّ النطاق الشعبي فإنّ اللورد ريس يحمل اللقب الشرفي (الفلكي الملكي Astronomer Royal)، وهو أحد ثلاثة وعشرين حاملاً لوسام الإستحقاق -ذلك التكريم الذي تخلعه الملكة بنفسها على المكرّمين. يحوز البروفسور ريس عضوية الكثير من الأكاديميات العالمية، ومن بينها الأكاديمية البابوية للعلوم وهي مجموعة عالمية من ثمانين عالماً من كلّ الأديان والتوجهات، ويساهم ريس في مناقشاتٍ فيها بشأن الموضوعات المرتبطة بالأرض مثل: التغيّر المناخي والأخلاقيات الحيوية. يساهمُ ريس- باعتباره عضواً مدى الحياة في مجلس اللوردات البريطاني - في الحديث عن موضوعات السياسة العلمية وتشريع القوانين المناسبة بشأنها.

إلى جانب كونه رئيساً سابقاً للجمعية الملكية (وهي المكافئ البريطاني للأكاديمية القومية للعلوم في الولايات المتحدة الأمريكية) فإنّ اللورد ريس هو مؤلّف ثمانية كتبٍ موجّهةٍ لعامّة القرّاء في الموضوعات العلمية والسياسية. كتابُ ريس الأخير (عن المستقبل: **تطلّعاتٌ ممكنة للإنسانية On the Future: Prospects for Humanity**) هو أحدث كتابٍ له، وقد نشرته جامعة برينستون الأمريكية المرموقة.

يكتب دانيل آكرمان الذي يعمل في مجلّة Scientific American في كتاب ريس أعلاه: «يجمع ريس بأناقةٍ طائفةً من الموضوعات المتشعّبة ويضعها في نطاق كتابٍ دليلي يتناول الإستخدام المسؤول للعلم في بناء مستقبل صحّي ينعمُ بالمساواة للإنسانية».

تحاورنا مع ريس الشهر الماضي أثناء زيارته السريعة لمدينة نيويورك في خضمّ فعالياته الترويجية لكتابه الأخير، وقد نجحنا في إقتناص حوارٍ معه وهو مشغولٌ بالرد على مكالمات هاتفية كثيرة وتلبية دعوات غداء وإلقاء

محاضرات عامة. منَح اللورد ريس موقع (Quanta) أخيراً ساعتين من الحوار الوجاهي.

نتقل فيما يأتي نسخة محرّرة ومكثّفة من هذا الحوار مضافاً إليه ساعة من المحادثة الهاتفية اللاحقة.

***

• هل أنت أحد أولئك الذين عرفوا منذ بواكير طفولتهم بأنك ترغب أن تكون عالِماً فلكياً؟

– لا. لم اعرف منذ البدء ماسيقودني إليه شغفي في المستقبل. كنتُ طالباً مُجيداً في الرياضيات؛ لذا عندما بلغتُ عمر الخامسة عشرة وطُلِب إليّ أن أنتقي توجّهاً أكاديمياً أتخصّص فيه –وهو النظام القياسي المعمول به في المنظومة التعليمية البريطانية– إخترتُ الرياضيات. حصل لاحقاً عندما إلتحقتُ بكلية ترينيتي Trinity في كامبردج أن إنتهيتُ إلى قناعة مفادُها أنّ الرياضيات لم تكن شغفي الذي يستحقّ أن أمضي حياتي بأكملها وأنا أتخذها مهنة. ظننتُ لوهلة أنني قد أصلحُ أن أكون إقتصادياً؛ لكن على كلّ حال، ومن خلال سلسلة من الوقائع الطيّبة، عزمتُ على الدوام في قسم الرياضيات التطبيقية في جامعة كامبردج، وهو المكان الذي أظهرتُ فيه رغبة شغوفة في الكوسمولوجيا والفيزياء الفلكية. إخترتُ هذا التخصّص الدراسي قبل أن أعرف تفاصيل دقيقة عنه؛ لكن بعد سنة من الدراسة فيه كنتُ سعيداً لخياري هذا؛ فقد كانت ستينيات القرن العشرين لحظة فارقة في علم الفلك كحقل بحثي راحت آفاقه تنفتح على كشوف مدهشة منذ ذلك الحين.

الأمر الآخر الذي عزّز قناعتي بهذا الخيار الدراسي وملأني شغفاً هو أنّ قسم الفلك الذي إخترته كان آنذاك بإدارة عالم فلكي ذائع الشهرة على الصعيد العالمي، دينيس سياما **Dennis Sciama**، الأستاذ الجامعي العظيم في موضوع النسبية، ومؤلف كتاب (**وحدة الكون The Unity of the Universe**). جذب البروفسور سياما العديد من الطلبة الشغوفين إلى مجموعته الدراسية، وكان ستيفن هوكنغ أحد هؤلاء.

• كيف بدا هوكنغ في تلك الأيام؟

– كان يتقدّمُ عنّي بسنتين ويحضّرُ رسالته للدكتوراه تحت إشراف سياما. كانت علّته قد شُخّصت للتو، وظنّ أنها ستُميتُه في سنتين قادمتين، ويمكن للمرء أن يشهد كيف أن تلك العلّة قد جعلته أكثر تماسكاً ممّا كان عليه من قبلُ؛ فقد تزوّج بعدها وأنجز عملاً أكاديمياً ممتازاً، ومن جملة ذلك العمل رسالته للدكتوره Ph. D.

إنّ مايبعثُ على الدهشة هو أنّ هوكنغ عاش بعد ذلك خمسة وخمسين عاماً. سبق لي أن قلتُ هذا من قبلُ: المتخصصون بالفلك والكوسمولوجيا معتادون على الأرقام الكبيرة!!؛ لكن ثمة القليل وحسب ممّن حققوا مثل ماحققه هوكنغ عندما واصل الحياة لنصف قرنٍ عقب إصابته بالمرض، وقد حافظ طيلة حياته على حسّ التمتّع بالوهج المدهش والمتصاعد الذي كانت تحققه إنجازاته وشهرته.

• هل إشتركت مع هوكنغ في عملٍ ما؟

– إتخذت طبيعة عملنا مساراتٍ متباعدة بعض الشيء: تناول هوكنغ في أبحاثه موضوعات أقرب إلى الفيزياء الرياضياتية؛ أما أنا فقد بقيتُ في حقل الظواهر الفيزيائية التجريبية. يميل عملي إلى أن يكون أكثر ارتباطاً بالمشاهدات العيانية.

• هلّا أخبرتنا أكثر بشأن ستينات القرن العشرين التي كانت لحظة فارقة في الفيزياء الفلكية –كما قلتَ سابقاً–؟

– صرنا نتحصّلُ على الكثير من المعلومات الجديدة. في تلك الحقبة ترى الشواهد الأولى لكلّ من الإنفجار العظيم Big Bang، الثقوب السوداء، الكوازارات Quasars.

تفكّر في هذا الأمر: كنتُ طالباً في دراساتي العليا وبعمر الحادية والعشرين فحسب عندما أكتشف (روبرت ويلسون وآرنو بنزياس) علاماتٍ عن إشعاع الخلفية الكونية ذي الموجات الصغيرة **cosmic microwave**

background radiation [CMB]، وهو أحد مخلّفات الإنفجار العظيم. كان ثمة البعض في تلك الأيام ممّن لم يقبلوا بنظرية الإنفجار العظيم، وكان البعض الآخر يميلون إلى **نظرية الحالة الثابتة steady state theory** التي كان الكون بموجبها موجوداً منذ الأزل وليس له تأريخ بداية محددة؛ لكن ماأن امتلكنا الشواهد الأولى بشأن إشعاع الخلفية الكونية ذي الموجات الصغيرة حتى تتالت، وبسرعة هائلة، شاهدتان تجريبيتان أو ثلاثة عزّزت فكرة الإنفجار العظيم وجعلتها النظرية الأعظم مقبولية في الأوساط العلمية العالمية. وبشكلٍ مماثل لما سبق فقد لوحظ **البلسار Pulsar** الأول عام 1967، ومنذ ذلك الحين سادت قناعة مجمعٌ عليها بأنّ البلسارات هي نجوم نيوترونية إنبثقت بسرعة عظيمة.

منذ نهاية ستينيات القرن الماضي صار موضوع الكوسمولوجيا حقلاً علمياً مزدهراً، ومن جانبي أرى أنه لمن الأمور عظيمة الأهمية أن يعمل عالمٌ شاب في بواكير حياته في حقل علمي يشهد كشوفات جديدة ومدهشة.

• لماذا تصرّحُ بهذا الأمر؟

– لأنك إذا اخترتَ حقلاً علمياً راكداً بعض الشيء فإنّ المعضلات الوحيدة التي سيُسمَحُ لك بتناولها هي تلك المعضلات القديمة التي علق بها باحثون آخرون قبلك ولم يستطيعوا إيجاد مخارج مقبولة لها؛ أما عندما تختارُ حقلاً علمياً ضاجّاً بالتطويرات الحديثة –على مستوى المشاهدات الجديدة، أو النظريات الجديدة، أو التقنيات الجديدة– فقد يكون متاحاً أمامك بلوغ مرتقيات جديدة تعسّرت على الجيل الأقدم منك. إنّ تجربة الأقدمين في مثل هذه الحالات لهي تجربة مرّة ثقيلة الوطأة.

• هل ترى في الجَلَد والمطاولة خصيصة مهنية يتطلّبُها عمل العالِم الكوسمولوجي؟

– لستُ جلِداً ولاصبوراً، ولديّ قدرة على المطاولة أراها قصيرة، وربما هذا هو السبب الذي يجعلني أعمل على موضوعاتٍ عدّة بدلاً من موضوع واحد.

كانت لهذه الخصيصة المميزة لي عنصر فائدة أثبت أهميته عبر السنوات؛ فقد عنت لي أنني لم أكن أضع كلّ أملي في فكرة محدّدة بذاتها. هناك العديد من العلماء ممّن يعملون على فكرةٍ واحد بذاتها لسنوات كثيرة حتى أنهم باتوا يشعرون بنوعٍ من عائديتهم المطلقة لتلك الفكرة. عملت من جانبي لتعظيم رهاناتي وعدم حصرها في نطاق فكرة واحدة أو توجّه علمي محدّد واحد فحسب.

كان ثمة أوقاتٌ عملتُ فيها وفي وقتٍ متزامنٍ على تأويلين مختلفين لظاهرة ما، ولم أشعر يوماً بالحاجة لأن ألزِم نفسي بقناعة محدّدة من أجل إمتلاك الدافعية والشغف. أريد أن أعرف الجواب المناسب وليس شيئاً آخر سوى ذلك. من المناسب أحياناً أن يكون الطريق الأفضل لمعرفة الجواب الصحيح هو إستكشاف خيارات عدّة مختلفة ومعرفة أي تلك الخيارات سيصيبُ الهدف المنشود قبل سواه.

• قلتَ فيما سبق بأنّ ستينات القرن العشرين كانت عصراً ذهبياً للمكتشفات الكوسمولوجية. هل ترانا نعيشُ حقبة مماثلة في أيامنا هذه؟

– نعم، أظنّ ذلك. شهدت الخمس سنوات الماضية إنعطافات كوسمولوجية عظمى، وإذا أردنا تسجيل بعضها فهي كالآتي: الكشف عن **الموجات الثقالية Gravitational Waves**، فهمٌ أكثر عمقاً للكواكب خارج مجرتنا، مراقبةٌ أكثر تفصيلاً ودقّة لإشعاع الخلفية الكونية ذي الموجات الصغيرة، أفكار نظرية جديدة بشأن تكوّن المجرّات ومراقبة الأطوار الأولى للكون قبل مرحلة تشكّل المجرّات.

تمّت مثل هذه الإنعطافات الكبرى بمعونة تسهيلاتٍ جاءت من تطوّرين حاسميْن: الأوّل، مناظير (تلسكوبات) أكثر قوة من ذي قبلُ موضوعة في الأرض أو سابحة في الفضاء، والثاني هو حواسيب أفضل من سابقاتها. نحنُ في علم الفلك والكوسمولوجيا لانستطيع إجراء التجارب على موضوعات البحث (مثلما نفعل في العلوم الأخرى، المترجمة)؛ لذا نعتمد أسلوب المحاكاة الحاسوبية بأكثر ممّا يعتمده العلماء في الحقول العلمية الأخرى:

على سبيل المثال، نحن لانستطيع جعل إثنتين من المجرّات ترتطمان بعضهما؛ لكن المحاكاة الحاسوبية يمكن أن تقوم بالحسابات المطلوبة لما يمكن أن يكون عليه مثل هذا الإرتطام، ويمكننا بعد ذلك مقارنة النموذج (الموديل) الحاسوبي مع الوقائع المادية التي نراها في الأرصاد الفلكية.

• تفترض الحكمة التقليدية أن ينجز العلماء افضل كشوفاتهم العلمية وهُم شبابٌ يافعون. ماالذي تعتقده بشأن هذا الأمر باعتبارك عالِم فيزياء فلكية في منتصف سبعينيات عمره؟

– ثمة شيء غير يسيرٍ من المصداقية في هذا القول. الشباب اليافعون يمتلكون قدراتٍ أعظم من سواهم على التركيز في موضوعاتهم فضلاً عن أنّ هناك الكثير من الوقت المتاح لهم.

لاحظتُ من جانبي أنّ هناك ثلاثة طرقٍ يغدو بها العلماء كباراً شائخين: البعضُ منهم يتوقّف عن البحث العلمي ويُسقِطه من حسابه وينغمس في عمل أشياء أخرى. البعضُ الآخر يغدو ضجراً بالمباحث العلمية التي إعتاد عليها ويرى أن من الممكن تبديد هذا الضجر من خلال الإنغماس في حقول علمية جديدة لايمتلكون أية خلفية علمية مسبقة عنها (ويحضرُني كأمثلة هنا كلّ من **لينوس بولنغ Linus Pauling**، **ويليام شوكلي William Shockley**، **فرِد هويل Fred Hoyle**). الطريقة الثالثة هي أن يحتفظ المرء بما إعتاد القيام به بشكل جيّد من قبلُ ويقبل بهذا الأمر بكلّ بساطة من غير أن يتطلّع إلى أعالي بعيدة الشأن.

• أين تجد نفسك بين هؤلاء؟

– سأقولُ أنني أجد نفسي خليطاً مُوزّعاً بين المجموعة الأولى والثالثة. لازلت حتى اليوم أتفحّصُ أرشيف المنشورات العلمية العالمية arXiv كلّ صباح؛ لكنني أقضي الكثير من الوقت مع الموضوعات غير البحثية مثل كتابة الكتب والمشاركة في الشؤون العامة. أراني متفقاً مع الفيزيائي **فريمان دايسون Freeman Dyson** وأشاركه رأيه القائل أنّ العلماء كبار العمر لايتوجّب عليهم كتابة البحوث العلمية بل كتابة الكتب.

• وأنت لطالما فعلتَ ذلك بالتأكيد. كتابكَ الممنون (عن المستقبل) هو أحدث إصداراتك من الكتب. بالإضافة إلى كتابة الكتب أنت عضو غير كاثوليكي في الأكاديمية البابوية، ومشاركٌ فاعلٌ في مجلس اللوردات.

– كنتُ دوماً وفي كلّ أطوار حياتي مشاركاً بالفاعليات السياسية. عندما كنتُ طالباً يافعاً إنضممتُ إلى مسيرات وتظاهرات عديدة، وعملتُ عضواً في حزب العمّال لأكثر من أربعين سنة. بلغتُ في بضع السنوات الأخيرة عمراً شعرتُ معه بإمكانيّتي على العمل في أشياء أخرى غير عملي العلمي البحثي، وهذا مادفعني للإنغماس أكثر من ذي قبلُ في الشأن العام.

أما فيما يخصُّ عملي عضواً في مجلس اللوردات –وهو المجلس الثاني المكوّن للبرلمان البريطاني إلى جانب مجلس العموم– فلطالما إنشغلتُ فيه بموضوعات ذات طبيعة أخلاقية على شاكلة: هل ينبغي أن نسمح بالموت المدعم بإرادة بشرية (أي غير الموت الطبيعي، المترجمة)، وهل ينبغي قبول البحث العلمي في حقل تخليق الأجنة البشرية؟

لم أقدّم أي تشريعٍ ذي أهمية كبرى بالرغم من مساهمتي في إصدار تقارير عن موضوعات مختلفة في العلم والتقنية. حصل في غالب الأحايين أن ساهمتُ في الموضوعات طويلة الأجل والتي لازالت مدار نقاشات بحثية مطوّلة، وهي في مجملها موضوعاتٌ ذات مفاعيل مدمّرة وتمثل تهديداتٍ –وإن كانت ذات إحتمالية قليلة– يمكن أن تنشأ بفعل النشاطات البشرية ثقيلة الوطأة على كوكب الأرض، أو قد تنشأ من التقنيات الجديدة. تمثل هذه التهديدات أحد الموضوعات الرئيسية التي أتناولُها في كتابي الجديد (عن المستقبل).

لكن في كلّ الأحوال يبقى عملي اليومي هو التفكّر الحثيث في الكون، ولايزال هذا العمل هو ماأتقاضى أجوراً لقاء القيام به.

• تقدّمُ في كتابك هذا بعضاً من التخمينات بشأن المستقبل. هل ترى أنّ العلماء صالحون في التخمين؟

– لاأرى سجلّ العلماء في تخمين المستقبل أسوأ من سجلّ الآخرين من غير العلماء، وفي العموم أرى أنّ العلماء أفضل من الإقتصاديين في هذا الشأن!

أفرّقُ في كتابي بين الأمور التي يمكننا التنبؤ بها بثقة وبين سواها التي لانستطيع التنبؤ بها بأية ثقة على الإطلاق. عندما أتطلّعُ في الخمسين سنة القادمة (أو في حدود تلك السنوات) أرى أنّ مانستطيع التنبؤ به هو أمران إثنان فحسب: الأول هو أنّ العالم سيغدو أكثر اكتظاظاً بالسكّان مالم تحصل جائحة وبائية عالمية قاتلة، ونستطيع التنبؤ بأنّ سكّان العالم سيبلغون قرابة التسعة بلايين -أو في حدود ذلك الرقم- عام 2050. التخمين المؤكّد الثاني هو أنّ العالم سيغدو أكثر احتراراً بسبب مفاعيل زيادة نسبة غاز CO_2 (ثنائي أوكسيد الكاربون) في الغلاف الأرضي.

• وهل ترى أية حلول لهذه المعضلات؟

- أنا أعرضُ في كتابي كم يمكن لمعضلة التغير المناخي أن تكون خطيرة وتمثل تحدياً ذا شأن متعاظم؛ لكن لو طلبتَ إلى الناس في يومنا هذا قبول بعض التضحيات في نمط عيشهم لأجل فائدة أناسٍ آخرين في بقاعٍ بعيدة من العالم وكذلك لفائدة العالم بعد خمسين سنة من يومنا هذا فسيكون هذا أمراً شاقاً على الفعل من جانب السياسيين.

أرى أن الوسيلة الوحيدة المؤثرة في هذا الشأن هي الوسيلة التي يرى فيها جميع الناس أنفسهم رابحين (من غير اللجوء إلى تضحيات أليمة من جانب البعض، المترجمة)، وتكمن هذه الوسيلة في محاولة الإرتقاء بالتطويرات الحديثة الحاصلة في قطاع الطاقة النظيفة. إنّ الوسيلة الواقعية الوحيدة لتثبيت إنبعاثات الكاربون هي الإرتقاء بسلسلة البحث والتطوير R & D لغرض جعلها قادرة على خفض أكلاف الطاقة النظيفة إلى حدود منافسة مع الطاقة التي تنتجها محطّات الفحم، وهذا هو ماسيُغري دولاً -مثل الهند على سبيل المثال- على القفز بشكل مباشر نحو اعتماد الطاقة الخالية من الإنبعاثات الكاربونية.

• عرفناك داعياً متحمّساً للتقنيات المُطوّرة؛ لكنّك في الوقت ذاته تُبدي تحذيرات وشكوكاً بشأن بعض المخاطر المحتملة التي قد تترافق مع التقنية

الحيوية والتقنية السيبرانية، وقد أوضحتَ في كتابك بأنّ هاتين التقنيتين قد تستوجبان بعض التقييد للحرية الشخصية.

- قلتُ هذا بشأن تينك التقنيتين بسبب وجود صراعٍ متنامٍ بين موضوعات ثلاث على المستوى الفردي: الخصوصية، الأمن، الحرية.

يمكن لمجموعة منظّمة تنظيماً جيداً، على المستوى السيبراني، أن تتسبّب في كارثة قومية عبر تدمير الشبكة الكهربائية في مناطق واسعة من الولايات المتحدة. الحالة مشابهة في حقل التقنية الحيوية؛ فقد أبانت نتائج مختبرية أجرِيت على فايروس الأنفلونزا أنّ بالمستطاع جعله أكثر شراسة وبائية وأكثر قدرة على الإنتقال بين البشر.

إنّ أسوأ كوابيسي هو ذلك الذي أرى فيه أحد المُتعصبين في مكانٍ ما من العالم وهو يفكّرُ بأنّ العالم يكتظُّ بأعداد أكثر من المسموح به من البشر. إنّ مثل هذا النوع من البشر لايمتلك أيّ شعور بوخزة ضمير إذا مافكّر بإطلاق نوعٍ ما من العوامل المُمرِضة (التي قد تقود لوباء عالمي)، وهذا هو بالضبط مايستطيع عمله كلّ من له قدرة على التعامل مع مختبرات البحوث البيولوجية، وليس ثمة شيء ذو خصوصية عصية على الوصول من قبل كل من يريد شراً، وهو بهذا الشكل يختلف عن القنابل الذرية التي تتطلّبُ منشآت مادية ضخمة لايمكن إخفاؤها على الأرض.

لذا فإنّ قلقي يكمن في أنّ هذه التقنيات عظيمة الخطورة، وسهلة التنفيذ، والعصية على التقييد أو الإخضاع للضوابط الصارمة، وهي في الوقت ذاته تقنيات واسعة الإنتشار ويمكن أن يكون لها نتائج كارثية ذات طابع عالمي. لم تفعل الضوابط العالمية فيما يخصّ تجارة المخدّرات وقوانين الضرائب بصورة مقبولة، والحقُّ أننا أنجزنا القليل فحسب من النجاح في كلّ من هذين الأمرين.

يخبرُنا الواقعُ أنّ القرية العالمية (التي نحيا فيها اليوم) سيكون لها حمقى كثيرون يفلتون من قبضة القوانين الصارمة لأنّ لهم إمتداداتهم التي قد تبلغ أقصى نقطة في العالم.

• أفـردْتَ في كتابك ستّ صفحاتٍ لمناقشة موضوعة (المُصادم الهايدروني الكبير LHC)، وكتبتَ بشأن العناصر المقلِقة الخطيرة والقائمة على أساس أنّ هذا المصادِم قد يتسبّبُ في إطلاق عملية تدميرية للأرض. لماذا هذا الأمر؟

– أبدى بعض المتخصّصين سواي قلقهم حول هذا الأمر أيضاً، وكنتُ أحد الذين إستجبتُ لهم بإعادة تأكيد رؤاهم المقلقة؛ لكنني ذكرتُ هؤلاء المتخصّصين في كتابي لأنني أرى في كلّ مرة تكون مخاطر تجربة ما عالية الأكلاف وتنبئُ بكارثة ما فسيكون أمراً حصيفاً -بل وواجب التنفيذ- أن نجري تقييماً معمّقاً للمخاطر المُتوقّعة.

أبانت التقييمات اللاحقة بأنّ الفعاليات الفيزيائية وسُرَع الإصطدامات في المعجّل الهادروني الكبير ليس سُرَعاً غير مسبوقة؛ فقد سبق لها أن حدثت في الطبيعة بفعل تصادم جزيئات الأشعة الكونية، وقد سبق لي أن كتبتُ واحدة من الأوراق البحثية التي أوضحت فيها أنّ مثل تلك الإصطدامات ذات السرع العالية قد حدثت بصورة طبيعية من قبلُ؛ وعليه لاينبغي لنا أن نُبدي قلقاً غير مسوّغ بشأن تجربة المصادم الهادروني الكبير.

• إذا ماتفكّرنا في مستقبل حقلك العلمي (الفيزياء الفلكية والكوسمولوجيا)، فماهي المكتشفات التي تراها قادمة لاريب فيها في العشرين أو الخمسين سنة القادمة؟

– سيعتمد الكثير ممّا سيتحقق في هذا الشأن على التطوّرات الحثيثة في التقنية. ستمنحُنا الحوسبة المطوّرة القدرة على نمذجة وفهم المعلومات الجديدة التي سنتحصّلها من التلسكوبات الأكثر قدرة؛ فعلى سبيل المثال جمع القمر الإصطناعي الأوربي GAIA بياناتٍ حول أكثر من بليون نجمٍ، ويمكننا في يومنا هذا تحليل تلك البيانات، وهو الشيء ماكان في مقدورنا فعله قبل بضع سنوات خلت.

يحدوني أملٌ عريض بأن نشهد المزيد من الأفكار النظرية من فيزياء الجسيمات – ذلك الحقل البحثي الفيزيائي الذي أحرز القليل من التقدّم

النظري الراسخ في السنوات الراهنة. إنّ الهدف النهائي هو بلوغُ نظرية توحّدُ التفاعلات القوية مع التفاعلات الكهربائية الضعيفة، وسيكون أمراً محموداً طيّب الأثر لو استطعنا توحيد الثقالة Gravity مع القوى السابقة. سيمكّننا هذا الأمر -لو تحقق فعلاً- من ترسيخ بعض الأفكار الفيزيائية التي ستكون قابلة للتطبيق على البواكير الأولى من نشأة الكون.

تكمن معضلتنا مع هذا الأمر بأنّ الأحوال الفيزيائية التي سبقت النانو ثانية الأولى (النانو ثانية تساوي واحداً من ألف مليار جزء من الثانية، المترجمة) في الكون كانت حافلة بالظواهر الفيزيائية المتطرّفة التي يصعب علينا محاكاتها في المختبر حتى لو كان هذا المختبر معجّلاً ضخماً؛ لذا فليس بحوزتنا بيانات راسخة في هذا الشأن، كما ليس بحوزتنا نظرية موطّدة الأركان. آملُ خلال عشرين سنة أننا سنمتلك بياناتٍ أفضل ونظريات أفضل ستتيحُ لنا فهمَ الأطوار المبكّرة جدا من الإنفجار الكبير، فضلاً عن أنّها ستزوّدنا بفهم أفضل عن سبب إحتواء كوننا على خليط من الذرات والمادة المظلمة والإشعاع الذي نتحسسه في أرصادنا الحالية. ستخبرُنا هذه البيانات والنظريات أيضاً أكثر عن السبب الذي يجعل كوننا يتوسّعُ بالشكل الذي يفعله، وهل أنّ الإنفجار الكبير هو الإنفجار الوحيد الذي حصل في الكون أم ثمة إنفجاراتٌ أخرى سواه.

كلّ هذه الأسئلة لاتزال في نطاق التأمّل الحدسي؛ لكن لو إسترجعتُ ذاكرتي عندما كنتُ طالباً بعدُ فسأرى أن لامشاهدة حينذاك كانت تنبئُ بوجود الإنفجار الكبير؛ في حين أننا في يومنا هذا نتكلّمُ بكلّ الثقة عن الإنفجار الكبير ونسعى لمعرفة تفاصيله التي حدثت بعد نانوثانية من حصوله.

كان هذا تقدّماً ضخماً.

تقديم المؤلّف

هذا كتابٌ بشأن المستقبل. أكتبُ من منظور شخصي، متمثّلاً أدواراً ثلاثة أراها فيّ: عالِماً، ومواطِناً، وعضواً قلِقاً في النوع البشري. الموضوعة الجامعة لهذا الكتاب هي أنّ إزدهار العدد المتنامي من سكّان العالم يعتمد على الحكمة التي يُنشَرُ بها العلم والتقنية في هذا العالم.

يمكن لليافعين في يومنا هذا أن يتوقّعوا العيش حتى نهاية القرن (الحادي والعشرين، المترجمة)؛ لذا كيف لهؤلاء أن يستوثقوا من أنّ التقنيات التي تغدو أكثر قدرة من ذي قبلُ: التقنيات الأحيائية (البيولوجية)، التقنيات السايبرية، تقنيات الذكاء الإصطناعي،،، يمكن لها أن تفتح آفاقاً لمستقبل محمود العواقب من غير أن ينطوي على تهديدات كارثية؟ إنّ تخوم المخاطر المحتملة هي أعلى من أية مخاطر شهدناها من قبلُ، ومايحصل في هذا القرن ستبقى مفاعيله تتصادى لآلاف من السنوات القادمة. أنا إذ أتناول في هذا الكتاب مثل هذه الموضوعة التي تشتمل على طيف واسع من الإهتمامات فإنني على بيّنة كاملة من أنّ الجميع -بما فيهم المختصّون المؤهّلون- يمتلكون سجلاً فقيراً في القدرة على التنبؤ بالمستقبل؛ لكنني لاأرى هذه الحقيقة قادرة على ردعي في تناول هذه الموضوعة لأنني أحسبُهُ أمراً ذا أهمية حاسمة وجوهرية أن نعزّز التناول الجمعي والسياسي لمثل هذه الموضوعات معتمدين على توجّهاتٍ علمية وعالمية طويلة المدى.

تطوّرت موضوعات هذا الكتاب واتخذت صيغتها الواضحة بفعل الكثير من محاضراتي التي خاطبتُ بها أنماطاً مختلفة من العقول، وأشيرُ في هذا الشأن بخاصة إلى محاضرتي التي ألقيتها عام 2010 ضمن محاضرات رايث

Reith Lectures ذائعة الشهرة في الـBBC، وقد نُشِرت في صيغة كتاب بعنوان (من هنا حتى اللانهاية: آفاقٌ علمية) عام 2011؛ لذا أراني ممتناً للإستجابة الراجعة التي حظيتُ بها من لدُن المستمعين والقرّاء لهذه المحاضرة. أنوّهُ هنا بكلّ العرفان المستوجب، وبتقدير خاص، بكلّ الملاحظات (سواء تلك التي عرفتُ بها أم لم أعرف) التي دبّجها أصدقاء وزملاء لي من ذوي الخبرة المتخصّصة وبخاصة هؤلاء الذين لم يأتِ لهم ذكرٌ في متن هذا الكتاب، وأذكرُ من هؤلاء (تبعاً للترتيب الأبجدي للأسماء): بارثا ديسغوبتا، ستو فيلدمان، إيان غولدن، ديميس هاسّابيس، هيو هنت، تشارلس كينل، ديفيد كينغ، شين أو إيغرتي، كاترين رودس، ريتشارد روبرتس، إيريك شميت، جوليوس وايزدورفر.

أراني مديناً ديناً خاصاً لإنغريد غنيرليتش من مطبعة جامعة برينستون لتعظيم الإهتمام بنشر هذا الكتاب، وكذلك لنصائحها لي أثناء كتابتي له. أراني مديناً بالعرفان أيضاً إلى كل من: داون هول لتحرير المسوّدة، جولي شوفان لإعداد الفهرس، كريس فيرانتي لتصميم النصّ المكتوب، جِل هاريس وسارة هينينغ - ستاوت وأليسون كاليت وديبرا ليسي ودونا ليسي وآرثر ويرنيك وكمبرلي ولیامز (وجميعهم من موظفي مطبعة جامعة برينستون) لكفاءتهم المميزة في متابعة الكتاب أثناء جميع أطوار نشره.

المقدّمة

خلاصةٌ كونية

إفترِض أنّ الكائنات الفضائية وُجِدت من قبلُ، وأنّ بعضاً منها كان يديمُ مراقبة كوكبنا طيلة وجوده المقدّر بخمسة وأربعين مليوناً من القرون؛ فماالذي كانوا سيرقبونه؟ كانوا سيشهدون في معظم ذلك الوقت المديد أنّ الأرض عانت تبدّلاً في شكلها على نحوٍ تدريجي للغاية: القارات إنزاحت عن بعضها، والغطاء الثلجي إرتخى وتناقصت كثافته، وأنّ أنواعاً بشرية متعاقبة ظهرت وتطوّرت ثم إنتهت إلى أنواع منقرضة.

لكن حصل في مقطع صغير فحسب من تأريخ الأرض -في بضع مئات القرون الماضية على وجه التحديد- أن شهدت أنماط الغطاء النباتي تحوّلات أسرع بكثير ممّا شهدته في القرون السابقة. أشّرت هذه التحوّلات المتسارعة بدء عصر الزراعة ومن ثمّ التمدين **urbanisation**، وقد تسارعت وتيرة هذه التحوّلات مع زيادة أعداد السكّان البشريين.

ثمّ حصلت تغيّرات أكثر سرعة من ذي قبلُ: خلال خمسين سنة فحسبُ راحت كمية ثنائي أوكسيد الكاربون في الغلاف الجوي تتصاعد بطريقة سريعة غير معهودة، وقبل هذا حصل أمرٌ آخر غير مسبوق من قبل: إستطاعت الصواريخ المقذوفة من سطح الأرض الإنفلات من المحيط الحيوي الأرضي بصورة كاملة. بعضُ تلك المقذوفات كانت تندفع في مساراتٍ حول الأرض؛ في حين أنّ بعضها الآخر واصل مسيرته نحو القمر والكواكب الأخرى (في المجموعة الشمسية).

ستعرف الكائنات الفضائية الإفتراضية أنّ الأرض عُرضةٌ لتسخين

تدريجي، وستواجه نهايتها المحتومة بعدما يقاربُ الستة بلايين سنة عندما تتوهّجُ الشمس بكامل طاقتها المتاحة ثمّ تخمد بعدها خموداً نهائياً. لكن هل كان في مستطاع تلك الكائنات الفضائية الإفتراضية أن تتنبّأ بِـ «حمّى» التغيّرات المفاجئة في الأرض عندما كانت تلك التغيّرات التي تستحثّها الفعاليات البشرية تبدو وكأنها تحصل بسرعة عصية على السيطرة؟

لو أنّ تلك الكائنات الفضائية الإفتراضية داومت على مراقبة كوكب الأرض؛ فماالذي كانت لتشهده في القرن القادم؟ هل ستنتهي التشنجات الكبرى بصمت عميم؟ أم هل أنّ البيئة الكوكبية للأرض ستشهد نوعاً من الإستقرارية الراسخة؟ أم هل أنّ أسطولاً من الصواريخ المقذوفة من الأرض ستكون كفيلة باكتشاف واحات جديدة من الحياة في أماكن أخرى (غير الأرض)؟

يقدّمُ هذا الكتاب بعضاً من الآمال، والمخاوف، والتخمينات بشأن ماستواجهه الإنسانية في العقود القادمة. إنّ إستمرارية الجنس البشري في هذا القرن (الحادي والعشرين)، فضلاً عن إدامة المستقبل طويل الأمد لعالمنا الذي يغدو أكثر وهناً إنما يعتمدان على التعجيل بتطوير بعض التقنيات من جهة، وكبح جماح تقنيات أخرى بطريقة مسؤولة في الوقت ذاته. إنّ التحديات المطروحة أمام الحوكمة governance هي تحدياتٌ هائلة تكتنفها مشقّات عظمى، وأنا هنا أقدّم منظوراً شخصياً بشأن هذه الموضوعات الإشكالية من خلال الكتابة عنها باعتباري عالماً (فلكياً بالتحديد)، وكذلك باعتباري عضواً -يتنازعه القلق- في الجنس البشري.

يمثّل حقل الكوسمولوجيا كله -منذ الخلق الأوّل وحتى النهاية القيامية apocalypse له- بالنسبة للأوربيين محض بضعة ألوف من السنوات فحسب. نميل في وقتنا الحاضر لتمثيل المديات الزمنية بحقب زمنية يفصل بينها مليون سنة؛ لكن حتى لو نظرنا إلى الأمر بمثل هذا المنظور المتسارع بعجالة فإنّ هذا القرن (الحادي والعشرين) يبقى ذا أهمية خاصة؛ فهو القرن الأوّل الذي حاز فيه نوع بشري ما (أقصد نوعنا) عناصر التمكين والهيمنة

إلى حدّ جعل مستقبل كوكب الأرض طوع بنان هذه النوع البشري. الحقّ أننا ولجنا حقبة يستأنس بعض الجيولوجيين (علماء الأرض) بأن يدعوها الحقبة الأنثروبوسينية(*).

وقف القدماء حيارى عاجزين في وجه الطوفانات والأوبئة، ولم يكن بمستطاعهم سوى الإرتكان إلى الشعور بالرهبة اللاعقلانية. كانت مناطق شاسعة من الأرض لم تزل أرضاً مجهولة، وكان كون القدماء محض شمسٍ تدور كواكب حولها وتحيطها نجوم ثابتة تنتشر في «قبّة السماء». نعرف في يومنا هذا أنّ شمسنا هي نجمٌ واحد فحسب بين مئات بلايين النجوم في مجرّتنا التي هي بذاتها مجرّة واحدة فحسب بين مائة بليونٍ –في أقلّ التقديرات– من المجرّات الأخرى في الكون.

لكن برغم كلّ هذه الآفاق المفاهيمية المضغوطة زمنياً –في سياق التطوّر البشري–، وبرغم كلّ فهمنا المتواتر للعالم الطبيعي وسيطرتنا الفائقة عليه فإنّ المدى الزمني الذي نستطيع فيه، وبطريقة محسوسة، التخطيط أو عمل تنبؤات موثوقة قد صار أقصر مدى بدلاً من أن يمتدّ أبعد من ذي قبلُ. كانت العصور الوسطى في أوربا حافلة بالإضطرابات وأوقاتاً أبعد ماتكون عن اليقينيات الموثوقة؛ لكن برغم هذا لعبت تلك العصور دوراً جوهرياً بالضد من «الإرتداد النكوصي»، وقلّما تغيّر هذا الدور منذ ذلك الحين من جيلٍ لآخر يخلفه: عمل البنّاؤون القروسطيون، وبطريقة مكرّسة بالكامل، على إضافة طابوقة فوق أخرى لبناء كاتدرائيات كانت الواحدة منها تستغرق قرناً من الزمن حتى يكتمل تشييدها؛ لكنّ الأمر يختلف معنا من حيث أننا، وعلى خلاف هؤلاء القروسطيين، سيكون القرن القادم مختلفاً عن حاضرنا بكيفية لانكاد نستطيع تصوّرها. ثمّة إذن تباعدٌ لايلبث أن تتّسع مقاديره بين الأزمان المتصاغرة التي يحصل فيها التغيّر الإجتماعي والتقني وبين المقادير الزمنية المقاسة ببلايين السنوات والتي تتطلبها التغيّرات البيولوجية والجيولوجية والكوسمولوجية.

---

*- **الأنثروبوسين Anthropocene**: حقبة مقترحة يعود تأريخها إلى بداية التأثير البشري الكبير على جيولوجيا الأرض والنظم البيئية فيها، بما في ذلك تغير المناخ البشري المنشأ. تم اقتراح تواريخ بدء مختلفة للأنثروبوسين؛ لكنّ أكثرها شيوعاً هي تلك التي تبدأ من بداية الثورة الزراعية قبل 12000 (أو 15000) عاماً وحتى وقتنا الحاضر. (المترجمة)

الكائنات البشرية في يومنا هذا أشكال عدّة، تمتلك «بصمة» جمعية ثقيلة الوطأة تمكّنها من حيازة القدرة على إحداث نقلاتٍ جوهرية (بل وحتى إتلاف) نطاقنا البيولوجي بكامله، ومن جانبٍ آخر يضع السكّان المتزايدون (والذين تتعاظم متطلباتهم دوماً) البيئة الطبيعية تحت ضغطٍ مستديم؛ إذ أنّ أفاعيل البشر يمكن لها أن تستحثّ نمطاً خطيراً من التغيّر المناخي والإنقراض واسع النطاق في حالة تمّ تجاوز «حدود مفصلية»، وسينتج عن ذلك التجاوز عالمٌ مستنزفٌ وأكثر فقراً يتمّ تقديمه للأجيال المستقبلية؛ لكن لو أردنا التقليل من شأن هذه المخاطر فلسنا بمضطرّين إلى وضع كوابح على التقنية الحالية بقدر مانحنُ في حاجة إلى الإرتقاء بفهمنا للطبيعة ونشر التقنيات الملائمة على نحوٍ أكثر سرعة وطارئية. هذه هي الموضوعات التي يتناولها الفصل الأوّل من هذا الكتاب.

يعيش معظم الناس في العالم حيواتٍ أفضل من الحيوات التي عاشها آباؤهم، إلى جانب أنّ نسبة الفقر المدقع شهدت إنخفاضاً مشهوداً. هذه التطوّرات الإرتقائية في الحياة والمقترنة بخلفية من الإنفجار السكاني المتنامي ماكان لها أن تحدث من غير التقدّم المضطرد في العلم والتقنية – ذلك التقدّم الذي لطالما شكّل قوى إيجابية في العالم. أقدّمُ في الفصل الثاني من هذا الكتاب رؤيتي الشخصية التي أحسبُ بموجبها أنّ حيواتنا وصحّتنا وبيئتنا يمكن لها أن تشهد إرتقاءً أعظم من التطوّرات الإضافية في حقول التقنية الحيوية، والتقنية السايبرية، والروبوتيات، والذكاء الإصطناعي. أرى نفسي في عداد المتفائلين بهذه التقنيات؛ لكن برغم ذلك ثمّة جانب سلبي مؤثر في هذه التقنيات يكمن في أنّها تعرّضُ عوالمنا التي لاتنفكّ ترتبط مع بعضها أكثر من ذي قبلُ إلى مزيدٍ من عوامل التوهين الجديدة: ستعمل التقنية خلال العقد القادم –أو العقدين القادمين– على تعطيل أنماط عملنا السائدة، والإقتصادات الوطنية، والعلاقات الدولية، وإلى جانب ذلك ففي حقبة نصبح فيها أكثر ارتباطاً مع بعضنا، وعندما يدرك غير المنتفعين من التقنيات بمأزقهم الوجودي، وحيث تكون الهجرة أكثر يسراً، فسيكون من العسير للغاية ان يكون المرء متفائلاً بشأن إمكانية بلوغ عالمٍ يشيع فيه السلام إذا مابقيت الهوّة العميقة السائدة في عالم الجغرافيا السياسية (الجيوبوليتيك)

على حالها الذي نشهده اليوم - تلك الهوّة التي تفصلُ بين مستويات الرفاهية والحظوظ في الحياة في الأماكن المختلفة من هذا العالم، وستكون هذه الهوة عنصر اضطرابٍ مستديم كلما صارت التطوّرات المتواترة في علم الوراثة والطب والتي تستطيع الإرتقاء بالحياة البشرية مُتاحةً لقلّة قليلة من ذوي الحظوة والنصيب الطيب في الحياة، فضلاً عن أنّ تلك التطوّرات ستعزّز أشكالاً أكثر تنوّعاً من الشعور باللامساواة السائدة بين البشر.

هناك بعضٌ ممّن يسعون لتطوير رؤية وردية بشأن المستقبل مدفوعين بحماسة التطوّرات التي يمكن أن يجترحها العلم والتقنية في حسّاسياتنا الأخلاقية بمثل مايمكن أن يفعلاه في تطوّرنا المادي. أنا لاأتشاركُ هذا المنظور معهم. حصل بالفعل، وبشكل بيّن لايعوزه المزيد من الوضوح، الكثير من التطوّر المرحّب به الذي طال حيوات معظم الناس وحظوظهم في حياة طيبة على أصعدة التعليم والصحة ومديات الأعمار المعاشة، والفضل بالتأكيد يعود للتقنية؛ لكن في كلّ الأحوال ثمّة هوّة لاتلبث تزداد اتساعاً عن ذي قبلُ بين العالم كما هو والعالم الذي يمكن أن يكون. إنّه لأمرٌ صحيح أنّ حيوات الناس في العصور الوسطى كانت مكتنفة بالبؤس والشقاء؛ لكن كان يمكن فعل القليل وحسب للإرتقاء بتلك الحيوات. في الصورة المقابلة، وعلى العكس ممّا سبق، فإنّ مأزق المليون من البشر القابعين في قاع سلّم الإرتقاء البشري يمكن إحداث إنتقالة كبرى فيه عبر إعادة توزيع ثروات الناس الألف الأكثر ثراءً على هذا الكوكب. إنّ الفشل في الإستجابة لهذا الدافع الإنساني -الذي تمتلك الأمم السلطة على تنفيذه وجعله حقيقة واقعة- لهو أمرٌ يعزّز بالتأكيد نوازع الشكّ تجاه أية إدعاءات بالتطوّر الأخلاقي الذي طال بُنْياتنا المؤسساتية.

إنّ الإمكانيات المتاحة للتقنية الحيوية والعالم السايبيري هي إمكانيات مدهشة؛ لكنها تبعث على الرعب في الوقت ذاته. نحن جميعاً، وعلى المستويين الفردي والجمعي، قد صرنا أكثر تمكيناً وقدرة على دفع عجلة الابتكار قدماً بطريقة نستطيع معها (سواءٌ أكان الأمر بقصدٍ أم جاء كنتائج غير محسوبة) إحداث تغيّرات عالمية يبقى أثرها مشهوداً لقرون عديدة قادمة. إنّ الهاتف الذكي والشبكة العالمية وكلّ المبتكرات الملحقة بها هي أشياء

ذات أهمية حاسمة في إدامة حيواتنا المرتبطة شبكياً networked؛ لكنّ هذه المبتكرات التقنية ذاتها كانت ستبدو أقرب إلى أفاعيل السّحَرة قبل عشرين سنة خلت فحسب؛ لذا عندما نتمعّن في العقود القليلة القادمة يتوجّب علينا أن نُبقي عقولنا منفتحة بالكامل (أو منفتحة جزئياً في أقلّ التقديرات) على التطوّرات التقنية القادرة على إحداث إنعطافات كبرى في الحياة والتي قد تبدو في أيامنا هذه موضوعاتٍ ملائمة لروايات الخيال العلمي فحسب.

ليس بمقدورنا في أيامنا هذه التنبؤ بثقة بأساليب الحياة، والتوجهات، والبنى الإجتماعية، أو أعداد السكّان حتى ولو لعقود قليلة قادمة، وسيكون أمراً أكثر عسراً أن نتنبّأ بالسياق السياسي الجغرافي (الجيوبوليتيكي) التي تعمل هذه التوجّهات بالضد منها. ثمة بالإضافة إلى هذا أمرٌ مستحقّ لكلّ الإهتمام: ينبغي أن نتفكّر ملياً في نوعٍ غير مسبوق من التغيّر الذي يمكن أن ينبثق خلال العقود القليلة القادمة؛ إذ أنّ الكائنات البشرية ذاتها –على صعيد قدرتها العقلية وهيئتها المادية– قد تصبح أكثر طواعية للتغيّر من خلال نشر التعديلات الوراثية وتقنيات السايبورغ(*). هذا أمرٌ كفيل بتغيير قواعد اللعبة السائدة: عندما نُبدي إعجابنا بالأدب والمشغولات الفنية التي قاومت مفاعيل الزمن منذ عهود بعيدة فإننا نشعرُ بالتماهي معها عبر فاصلةٍ زمنية تمتدّ لألوف السنوات، كما نشعر في الوقت ذاته بالتماهي مع مبدعيها الفنانين وبالحضارات التي عاشوا في كنفها؛ لكننا لايمكن أن نمتلك أية ثقة بأنّ أنماط الذكاء المهيمنة في بضعة القرون القادمة سيكون لها أيّ تأثير عاطفي على مشاعر الكائنات البشرية حينذاك حتى لو أنّ تلك الكائنات إمتلكت فهماً خوارزمياً (بسبب شيوع تقنيات الذكاء الإصطناعي المتقدمة، المترجمة) للكيفية التي شكّلت سلوكيات تلك الكائنات.

يمثّل القرن الحادي والعشرون قرناً متفرّداً في خصوصيته لسبب آخر: إنّه القرن الأوّل الذي يمكن فيه للبشر تطوير مستوطناتٍ للعيش خارج كوكب الأرض، وسيحتاج «المستوطنون» الطلائعيون لعالمٍ غريب عنهم

---

*- السايبورغ Cyborg: الشخص المعزّز بوسائل ميكانيكية أو ألكترونية تمكّنه من تعظيم قدراته العقلية والجسدية. (المترجمة)

إلى التكيّف مع بيئة عدائية بصورة ذاتية لأنّهم سيكونون أبعد من أن تبلغهم أية تعليماتٍ من أيّ مكان في العالم يكون بمقدورها تنظيم عيشهم في تلك البيئة. إنّ هذه المغامرات يمكن أن تلعب دور (رأس الحربة) في الإنتقالة من الذكاء العضوي إلى الذكاء الألكتروني، ويمكن لهذه الحالة الجديدة المجسّدة من (الحياة) التي لاتتطلّبُ سطحاً كوكبياً أو نطاقاً حيوياً (مثل الأرض، المترجمة) أن تنتشر بعيداً خارج نطاق منظومتنا الشمسية بعد أن يغدو السفر عبر النجوم أمراً متاحاً من غير مشقة للكينونات البشرية الألكترونية التي قاربت تخوم الخلود. إذا كانت الحياة في لحظتنا الحاضرة أمراً فريداً على الأرض فإنّ هذا الشتات سيكون واقعة ذات دلالة كونية؛ لكن لو إجتاح الذكاء (الفائق، المترجمة) الكون فإنّ سلالتنا البشرية سوف تستطيب الإندماج مع هذا النوع من الذكاء، وسيلعب هذا الإندماج المميز دوراً عظيماً على نطاق مقاييس زمنية فلكية لاتُقاسُ بالقرون فحسب. يقدّم الفصل الثالث منظوراً بشأن هذه السيناريوهات طويلة المدى: هل ستُبطِلُ الروبوتات الذكاء «العضوي» وتحلّ محلّه؟ وهل أنّ مثل هذا الذكاء (الفائق، المترجمة) يوجد بالفعل في مكانٍ ما من الكون؟

إنّ مايحصل لسلالتنا البشرية، هنا على الأرض وربما في أماكن أخرى قصية عنها، سيعتمدُ على تقنيات بالكاد نستطيع تصوّرها في يومنا الراهن، وربما سيكون في مستطاع ذكائنا الخلّاق في القرون المستقبلية (التي ليست بأكثر من لحظة عابرة في منظور المقاييس الكونية) أن يحقق قفزات كبرى تتمثل في البدء بإحداث إنتقالة للنوع البشري من نوعٍ مقيّد بالأرض إلى نوعٍ آخر يتطلّع إلى التخوم الكونية، وكذلك إحداث إنتقالة نوعية من الذكاء البيولوجي إلى الذكاء الألكتروني، وتلك إنتقالاتٌ من شأنها تدشينُ باكورة حقبة من بلايين السنوات من التطوّر **مابعد الإنساني posthuman**. من جانبٍ آخر، وعلى النحو الذي ناقشته في الفصلين الأول والثاني من الكتاب، فإنّ الكائنات البشرية يمكن لها أن تتسبّب في إطلاق شرارة كوارث بيولوجية أو سايبيرية أو بيئية من شأنها أن تجعل من كلّ القدرات المتعاظمة للعلم والتقنية رهينة لمخاطرها الرهيبة.

يوفّر الفصل الرابع بعضاً من النزهات القصيرة (ربما المدفوعة بالمتعة

الذاتية فحسب عوضاً عن التفكّر العميق) في موضوعات علمية -أساسية وفلسفية- تمتلك القدرة على إثارة الأسئلة بشأن المدى الذي يمكن أن يبلغه الواقع المادي، وكذلك مساءلة إمكانية وجود حدودٍ داخلية لمدى الفهم الذي يمكن أن نبلغه بشأن تعقيدات العالم الحقيقي. نحنُ في مسيس الحاجة لتقييم مايمتلك مصداقية حقيقية وكذلك لما يمكن طرحه جانباً باعتباره خيالاً علمياً، وذلك من أجل التنبؤ بالأثر الذي يمكن أن يلعبه العلم في التطلعات بعيدة المدى للإنسانية.

أتناولُ في الفصل الأخير من الكتاب (الفصل الخامس) أقرب إلى مكاننا الراهن ولحظتنا الراهنة. يمكن للعلم فيما لو طُبّق بصورة مثلى أن يوفّر مستقبلاً مشرقاً للتسعة أو العشرة بلايين من البشر الذين سيستوطنون الأرض عام 2050؛ لكن كيف السبيل الذي يمكّننا من تعظيم فرصة تحقيق هذا المستقبل البرّاق وفي الوقت ذاته تجنّب الوقوع في مهاوي المخاطر الكارثية النذيرة بنهايات ديستوبية؟ تتشكّل حضارتنا بفعل مبتكرات خلاقة تنبثق من التطوّرات العلمية والفهم الملازم حول الطبيعة والذي لايفتأ يتعمّق أكثر من ذي قبلُ، والعلماء من جانبهم سيكونون في حاجة أعظم للتعامل مع حلقات أوسع من العامّة فضلاً عن توظيف خبراتهم بطريقة توفّر الإنتفاع المتعاظم منها وبخاصة عندما ستغدو سقوف المخاطر الممكنة عالية وتبلغ حدوداً واسعة النطاق. أتناول أخيراً في الحصيلة الختامية من الكتاب التحدّيات العالمية التي تواجهنا اليوم، مؤكّداً على حقيقة أنّ هذه التحدّيات قد تتطلّبُ مؤسساتٍ عالمية جديدة تحوز قدرات التمكين المعلوماتي بواسطة العلم الموجّه بطريقة جيّدة، وفي الوقت ذاته تمتلك القدرة على الإستجابة للرأي العام فيما يتعلق بالسياسة والأخلاقيات.

إنّ كوكبنا، هذه «النقطة الزرقاء الشاحبة»(*) في الكون، هو مكانٌ مميّز: قد يكون مكاناً متفرّداً، ونحن القيّمون عليه والمتعهّدون بخدمته وبخاصة في هذه الحقبة الحاسمة من حياته. تلك هي رسالة عظيمة الأهمية لكلّ فردٍ فينا، وهي الموضوعة التي من أجلها كُتِبَ هذا الكتاب.

---

*- **A Pale Blue Dot**: إشارة إلى عنوان أحد الكتب التي ألّفها العالم الفلكي والكاتب العلمي ذائع الصيت (كارل ساغان Carl Sagan) ونشرها عام 1999. (المترجمة)

-1-

عميقاً في عصر السيادة البشرية

1.1. مخاطر وتطلّعات

قابلتُ قبل بضع سنواتٍ خلت أحد أقطاب المال الهنود، وهو ذائع الشهرة إلى حدّ بعيد؛ ولما كان للرجل معرفة مسبّقة باللقب الإنكليزي الذي أحمله وهو (الفلكي الملكي **Astronomer royal**) فقد راح يسألني: «هل تقرأ خريطة الأبراج للملكة؟»، فماكان مني إلّا أن أجيبه بوجه خالٍ من التعابير: «نعم، لو أرادت الملكة قراءة حظّها فسأكون الشخص الذي ستلتجئ إليه!». بدا الرجل متلهفاً لسماع تنبؤاتي؛ فأخبرته بأنّ الأسهم ستكون عرضة لتقلّبات سعرية كبيرة، وسيكون ثمة صراعات جديدة في الشرق الأوسط، وأشياء أخرى على هذا المنوال. منحني الرجل إنتباهته الكاملة وظلّ مستغرقاً يتفكّر في هذه «الرؤى المستبصرة»؛ لكنني عدتُ بعدها لأكون صريحاً واضحاً معه وأخبرته بأنني فلكي ولستُ منجّماً يقرأ طوالع الناس، وهنا فقد الرجل على الفور كلّ إهتمامه بنبوءاتي السابقة وقال لي بصيغة خطاب واضح ومباشر: «العلماء متنبؤون فاسدون، وهم نظائر للإقتصاديين في عطب التنبؤات. سبق، وعلى سبيل المثال فحسب، أن قال فلكي ملكي سابق في خمسينيات القرن الفائت بأنّ السفر الفضائي ليس سوى (سخف وتخليط كلام)».

ليس السياسيون ولا المحامون أفضل حالاً من سواهم؛ فالجميع غير قادر على الإدلاء بنبوءات قاطعة ذات وثوقية مؤكّدة. أحد المستقبليين الأكثر قدرة على الإدهاش كان (إف. إي. سمث)، إيرل(*) بيركنهيد، والمحبوب المقرّب من تشرشل، وقد عمل بصفة اللورد المستشار لحكومة المملكة المتحدة في عشرينيات القرن الفائت. كتب هذا الرجل في الثلاثينيات من القرن ذاته كتاباً

*- أحد ألقاب النبالة الإنكليزية، ويعقبه في العادة إسم مكان أو عائلة. (المترجمة)

بعنوان (**العالم في عام 2030**)[1] كان بمثابة الناطق لسان حال المستقبليين في زمانه، وقد تصوّر في كتابه هذا أطفالاً رُضّعاً في قوارير حاضنة، وسيارات طائرة، وسوى ذلك من المدهشات العجائبية؛ لكنّ الرجل، وعلى خلاف ماسبق، تنبّأ بركود إجتماعي معطّل، وهنا إقتباس لبعض ماكتب في هذا الشأن:

ستبقى النساء في عام 2030، وكما هو شأنهنّ الآن، يطمحن بفعل طرافتهنّ وسحرهنّ إلى جعل الرجال الأكثر تمكيناً وقدرة يبلغون تخوماً عالية ماكانت لهنّ القدرة على بلوغها بأنفسهنّ.

ليس ثمّة من كلامٍ زائد يقالُ بهذا الشأن. يكفي ماقيل!

***

لِنعُدْ إلى عام 2003. كتبتُ كتاباً إخترتُ له العنوان التالي (**قرننا الأخير؟**)، وحصل أن حذف ناشري البريطاني علامة الإستفهام من عنوان الكتاب؛ في حين أنّ الناشرين الأمريكيين أبدلوا العنوان وجعلوه (**ساعتنا الأخيرة**)[2]. موضوعة كتابي ذاك هي التالية: يبلغ عمر أرضنا خمسة وأربعين مليوناً من القرون؛ لكنّ قرننا هذا (المقصود هو القرن العشرون حيث صدر الكتاب. المترجمة) هو القرن الأوّل الذي يتمكّن فيه نوعٌ بشري (نحنُ) من تحديد المصير الذي سيؤول إليه **النطاق الحيوي biosphere**. لم أفكّر حينها بأننا سندمّر أنفسنا؛ لكنني رأيتُ بأننا سنكون ذوي حظّ عظيم لو إستطعنا تفادي الإنهيارات المدمّرة فحسب، وهذا أمرٌ يحصل بسبب الضغوط الهائلة على المنظومات البيئية والإفتقاد إلى حسّ الإستدامة تجاه هذه المنظومات: ثمة أعداد لاتنفكّ تتزايد منّا (سكّان العالم يشهدون زيادات أعلى فأعلى)، وصار الجميع أكثر طلباً للموارد البيئية، وإلى جانب هذا (وهو العنصر الأكثر إرعاباً من سواه) فإنّ التقنية لاتفتأ تمدّنا بوسائل تجعلنا أكثر تمكيناً وقدرة – الأمر الذي من شأنه أن يجعلنا عرضة لحالات وهن مستجدّة ماعرفناها من قبلُ.

تشرّبتُ الإلهام من مصادر كثيرة، ومن تلك المصادر ثمة حكمة عظيمة جاءت مع بواكير القرن العشرين. ألقى الشاب (**إج. جي. ويلز**) عام 1902 محاضرة مهيبة في المعهد الملكي بلندن[3]، وفيها أعلن ويلز أنّ «الإنسانية»:

قد وَلَجَتْ طريقاً ما، وأنّ الشوط الذي قطعناه قادرٌ على منحنا بعضاً من

البصيرة التي من شأنها أن تدلّنا على الطريق الذي ينبغي أن نواصل السير فيه..... إنّه لأمرٌ ممكنٌ إذ نؤمن بأنّ كلّ الماضي ماهو إلّا بداية لبداية أخرى، وانّ كلّ ماهو كائن وماكان ليس سوى شفق يؤذنُ بالفجر. إنّه لأمرٌ ممكن إذ نؤمنُ بأنّ كلّ ماأنجزه العقل البشري ليس سوى الحلم الذي يسبق الصحوة، وستنبثق من سلالتنا البشرية عقول قادرة على التفكّر في فينا ومدى ضآلتنا، وستكون قادرة على معرفتنا بطريقة أفضل ممّا نعرف -نحن- أنفسنا. سيأتي ثمة يومٌ، أحد الأيام في تلك السلسلة التي لاتنتهي من الأيام، عندما ستتمكّن حينها كائناتٌ من نوعٍ ما، كائنات هي الآن ماكثة في أفكارنا، مختفية بين جنباتنا، من الإمساك بلجام هذه الأرض مثلما نفعل حين يريح أحدنا قدميه على كرسي واطئ، وسيضحك هؤلاء بملء أشداقهم وهم يمدّون أياديهم عالياً لتجول وسط النجوم........

لم يزل هذا السحر النثري لويلز، الذي يستشعره المرء بمثل ما يستشعر وقع اللون الأرجواني، مؤثراً يرنّ في عقولنا بعد أكثر من مائة عام على كتابته. واضحٌ أنّ ويلز أدرك بأننا -البشر- لسنا ذروة الحياة المنبثقة.

لكنما ويلز لم يكن متفائلاً ساذجاً؛ فقد أشار بطريقة لايقربها الشك إلى مخاطر الكوارث العالمية المحدقة بالكائنات البشرية:

إنّه ليستحيلُ أن نبيّن بأنّ أشياء محدّدة لايمكنها أن نضع نهاية كاملة وناجزة للقصة البشرية..... وأن تجعل كلّ مجهوداتنا تمضي هباءً منثوراً..... شيء ما يأتي من الفضاء، أو وباء ما، أو عطبٌ مهلكٌ يصيب الغلاف الجوي، أو سُمّ يأتي به أحد المذنّبات، أو إنبثاق عظيم لبخار يأتي من باطن الأرض، أو حيوانات جديدة نصير فريسة لها، أو عقارٌ ما أو جنونٌ مدمّرٌ في عقل الإنسان.

أنا أستشهدُ باقتباساتٍ من ويلز لأنه يعكس مزيجاً من التفاؤل والقلق، ومن التفكّر المتأمّل والعلم - ذلك المزيج الذي سأحاول اعتماده في هذا الكتاب. لو أنّ ويلز كان يكتب في أيامنا هذه لكان مبتهجاً برؤيتنا الواسعة للحياة والكون؛ لكنه لكان أكثر قلقاً في الوقت ذاته بشأن المخاطر المحدقة بنا والتي لانفتأ نواجهها. إنّ المخاطر التي نواجهها تتعاظم حقاً؛ إذ أنّ العلم الجديد بقدر مايوفّر فرصاً عظيمة أمامنا فإنّ النتائج المترتّبة عليه يمكن لها أن

تهّدد بقاءنا البشري وتجعله عُرضة لمخاطر شتى، ويبدو أن الكثير منّا باتوا على قناعة كاملة بأنّ العلم «يمضي في مساره» سريعاً إلى حدّ بات معه السياسيون، فضلاً عن عامّة الناس، غير قادرين على تمثّل العلم أو التعامل المناسب معه.

قد تخمّنُ بأنني، ولكوني أعملُ في حقل الفلك، قد أظلّ الليل بطوله يقظاً يتناهبني القلق بشأن الإصطدامات التي يمكن أن تحصل للكويكبات مع الأرض. الأمر ليس على هذه الشاكلة. نعم، هذه بالتأكيد واحدة من تهديدات عديدة يمكن لنا أن نحتسبها كمياً ومن ثمّ نؤكّد أنها غير محتملة الوقوع؛ إذ في كلّ عشرة ملايين سنة أو مايقاربها يمكن لجسم ذي مقطع بعرض بضع كيلومترات أن يرتطم بالأرض محدثاً فيها كارثة عالمية؛ وعليه فثمة بعض الإحتمالات التي تناهز واحداً من المليون بأنّ مثل هذا الإرتطام يمكن أن يحدث خلال حياة الكائنات البشرية على الأرض؛ لكنما يمكن لأعداد أكبر من الكويكبات الأصغر حجماً أن تتسبّب بدمار مناطقي أو محلي على الأرض كمثل حادثة تونغوسكا عام 1908 التي مسحت مئات الكيلومترات المربّعة من غابات سيبيريا بالأرض (لم تكن مأهولة لحسن حظّنا)، وقد أطلقت حادثة الإرتطام هذه قدراً من الطاقة يكافئ بضع مئات من قنابل هيروشيما.

هل يمكننا أن نحوز تحذيراً مسبقاً بشأن هذه الإصطدامات المدمّرة؟ الجواب هو: نعم، وثمة خطط يجري إعدادها لخلق قاعدة بيانات تضمّ كلّ المعلومات الخاصة بمليونٍ من الكويكبات الأكثر تهديداً للأرض والتي تزيد أقطارها على الخمسين متراً وبكيفية تمكّننا من تتبّع مساراتها بدقّة تكفي لتحديد تلك الكويكبات التي تقترب إقتراباً خطيراً من الأرض. مع وجود التحذير المسبق من الإصطدام يمكن إخلاء المناطق الأكثر عرضة للتدمير؛ بل وحتى ثمة أخبار طيبة افضل من موضوعة الإخلاء وهي أنّ في مستطاعنا تطوير سفينة فضائية يمكنها حماية سكّان الأرض بطريقة ذات جدوى: إنّ «**دفعة بسيطة nudge**» يمكن إرسالها في الفضاء قبل بضع سنوات من الإصطدام المهدّد للحياة، وكلّ مانحتاجه من هذه الدفعات البسيطة هو أن تعمل على تغيير سرعة الكويكب ببضع سنتمترات في الثانية فحسب من أجل حرف الكويكب عن مسار الإصطدام المتوقّع مع الأرض.

لو إحتسبنا أقساط التأمين بالطريقة الإعتيادية: حاصل ضرب الإحتمالية في النتائج المتوقّعة فسيكون أمراً مسوّغاً إذا ماصُرِفت بضع مئات من ملايين الدولارات سنوياً من أجل تقليل مخاطر الإصطدامات الكويكبية بالأرض.

التهديدات الطبيعية الأخرى -الزلازل والبراكين- هي أمورٌ نمتلك القليل من القدرة على التنبؤ بها، ولغاية هذا اليوم ليس ثمة من طريقة ذات مصداقية موثوقة لمنع مثل هذه التهديدات (أو حتى التنبؤ بها بطريقة معتمدة)؛ لكن يوجد أمرٌ مؤكّد واحد يمكن الوثوق به بشأن هذه الوقائع الطبيعية، وهو أمرٌ مماثلٌ لما مرّ معنا بشأن الكويكبات: إنّ معدّل حدوث هذه الوقائع الطبيعية لايشهد زيادة مع الزمن؛ إذ أنّ معدّل حدوثها معنا هو المعدّل ذاته الذي وقعت به أثناء عيش إنسان النياندرتال أو الديناصورات؛ غير أنّ الأمر المختلف هو أنّ النتائج المترتبة على هذه الوقائع الطبيعية تعتمد على مدى وهن وقيمة البنية التحتية المعرّضة للمخاطر، وبالطبع فإنّ البنية التحتية في يومنا هذا هي أعظم بكثير في العالم المتمدّن الذي يحيا فيه البشر. توجد، بالإضافة إلى ماتقدّم، ظواهر كونية تغافل عنها النياندرتاليون (وكل البشر الذين عاشوا قبل القرن التاسع عشر: دفقات الوهج العظيمة المنبعثة من الشمس، والتي يمكن أن تتسبّب في إطلاق شرارة عواصف مغناطيسية قد تعطّل الشبكات الكهربائية والإتصالات الألكترونية على أوسع نطاق في العالم.

بالرغم من كلّ هذه التهديدات الطبيعية فإنّ المخاطر التي ينبغي أن تبعث أعظم القلق فينا هي تلك التي يتسبّبُ بها البشر أنفسهم، وقد راحت تلك المخاطر تتراكم لتغدو أكبر ممّا كانت، حتى صارت إمكانية وقوعها أكثر احتمالاً وأعظم قدرة على إحداث تدمير كارثي مع كلّ عقد ينقضي من الزمن.

ليس أمامنا في يومنا هذا سوى مهْربٍ واحد يأتي بالحظ الطيب معه.



1. 2، التهديدات النووية

في حقبة الحرب الباردة، عندما تعاظمت مستويات التسلّح وبلغت حدوداً فاقت كلّ المسوّغات، لم يكن أمراً غريباً أن ترتكب القوى العظمى زلّةً قد تؤدّي بالبشرية إلى (هرمجدّون[*]) ماحقة في خضمّ الفوضى وسوء الحساب. كانت تلك حقبة (الملاجئ الواقية من تأثيرات الأسلحة النووية). شاركتُ مع طلّابي إبان أزمة الصواريخ الكوبية (في أكتوبر 1962، المترجمة) في وقفاتٍ إحتجاجية وتظاهرات، وحينها لم يكن مزاجنا يرتقي ليكون في أفضل حالاته إلّا عندما كنّا نستمع لِـ (الأغاني الإحتجاجية) على شاكلة الكلمات المغنّاة التي أنشدها (توم ليهير):

We'll all go together when we go,

All suffused with an incandescent glow

سنموتُ جميعاً، مجتمعين، عندما يحينُ أجلُ الموت

غارقين جميعاً في وهجٍ ساطع

لكننا كنّا سنرتعبُ أكثر بكثير ممّا فعلنا حينذاك لو أنّنا أدركنا حقاً كم كنّا قريبين من شفا كارثة ماحقة. نُقِل عن الرئيس كينيدي لاحقاً أنه قال بأنّ إحتمالات الحرب النووية كانت «في حدود واحد من ثلاثة وربما أكثر». روبرت ماكنمارا (وزير الدفاع الأمريكي إبان الأزمة الكوبية، المترجمة)

*- هرمجدّون **Armageddon**: مفردة ورد ذكرُها في السِّفر الأخير من العهد الجديد (وهو سِفْرُ يوحنا اللاهوتي)، وتشيرُ إلى المعركة الفاصلة الأخيرة بين قوى الخير والشر قبل يوم الدينونة الموعودة. (المترجمة)

صرّح هو الآخر بعد وقت طويل من تقاعده، وبصراحة كاملة «بأننا كنّا على مسافة جدّ قصيرة من شفير حربٍ نووية من غير أن ندرك ذلك. ليس ثمة مفخرة يمكنُ أن تُنسَبَ لكائنٍ من كان في إجتيازنا تلك المحنة سوى لخروشيف وكينيدي؛ فقد كانا محظوظيْن بمثل ماكانا حكيميْن».

نعرفُ اليوم تفاصيل أكثر عن واحدةٍ من أخطر البرهات (في تأريخ الحرب الباردة): (فاسيلي آركيبوف) هو أحد الضبّاط اللامعين في الأسطول الروسي، ويستحقّ أعلى مراتب الإحترام. كان هذا الضابط يخدم كضابط في التسلسل الثاني في رتبة قيادة واحدةٍ من الغوّاصات السوفييتية الحاملة لصواريخ نووية عندما هاجمت الولايات المتحدة تلك الغواصة بمتفجّرات الأعماق، وقد إستنتج قائد الغواصة حينذاك بأنّ الحرب النووية قد إندلعت وطلب إلى طاقم الغوّاصة البدء في إطلاق الصواريخ النووية. تطلّب البروتوكول (أي السياق المعتمّد) أن يوافق الضبّاط الثلاثة الأعلى مرتبة في الغواصة على إطلاق تلك الصواريخ، وقد إتخذ آركيبوف موقفاً مضاداً للإطلاق، وبفعله هذا جنّب العالم كارثة تراشقٍ نووي متبادل كان يمكن له ان يتصاعد بسرعة ليستحيل كارثة عالمية شاملة.

أبانت التقييمات التي أجرِيت عقب أزمة الصواريخ الكوبية أنّ المخاطر السنوية لحدوث تدمير نووي حراري(*) خلال الحرب الباردة تفوق بما يقربُ من العشرة آلاف مرّة الموت الذي يمكن أن يحدث بسبب إصطدام كويكب بالأرض.

ثمة حقاً أشكال أخرى من «إخفاقاتٍ كارثية قريبة» عندما أمكن تجنّب كارثة محققة بفعلٍ ما: حصل عام 1983 أنّ (ستانسلاف بيتروف)، وهو ضابطٌ في القوة الجوّية الروسية، كان يراقبُ شاشة أمامه عندما أشار «ضوءٌ تحذيري» على الشاشة بأنّ خمسة صواريخ نووية عابرة للقارات من طراز (الرجل الصغير Minuteman) قد أطلِقَت من الولايات المتحدة باتجاه الإتحاد السوفيتي (السابق، المترجمة). كانت تعليمات بيتروف في مثل هذه الحالة تقتضيه بأن يُعلِمَ قائده الأعلى (وهذا أمرٌ يمكن له أن يتسبّب في

*- إشارة إلى القنابل الهيدروجينية. (المترجمة)

إطلاق حرب تدمير نووي شامل)؛ لكنّ بيتروف إعتزم، وفي أقلّ من برهة تفكّر عابرة، أن يغضّ النظر عمّا رآه على الشاشة بعدما قاده حدسهُ إلى أنّ مايراه هو محضُ عطلٍ في نظام الإنذار المبكّر، وهذا هو ماحصل حقاً؛ فقد أخطأ النظامُ وحسب أنّ إنعكاس أشعة الشمس من الغيوم العالية هو هجمة نووية.

يؤكّد كثيرون بأنّ الردع النووي قد نجح في إداء مهمّته. بمعنىً ما هو نجح؛ لكنّ هذا لايعني بأنّ الردع النووي كان سياسة حكيمة: لو أنّك كنت تلعب (الروليت) الروسي بوجود إطلاقة أو إثنتين في أسطوانة المسدّس فأنّ إحتمال بقائك حياً هي أعلى بالتأكيد من موتك؛ لكنّ هذا لايلغي حقيقة أنّ اللعبة ستكون مقامرة حكيمة متى ماعرفت منذ البدء بأنّك ستنجو (أو أنّك تتقصّدُ خلع قيمة متدنّية على حياتك ولاتأبه لفقدانها!). نحنُ كنّا مندفعين في مقامرة مثيلة خلال حقبة الحرب الباردة، وسيكون أمراً باعثاً على أعظم أشكال الدهشة لو علمنا في يومنا هذا المدى الخطير الذي كان القادة العالميون يدفعوننا إليه، وسنندهش أكثر لو علمنا إحتمالات الحرب النووية التي كان معظم الاوربيين سيقبلون بها فيما لو إمتلكوا معلومات كافية عن هذه الموضوعة. بقدر مايختصّ بي الأمر فما كنتُ سأختارُ المخاطرة بقبول حرب نووية يمكن أن تندلع بنسبة واحد إلى ثلاثة (ولا حتى بنسبة واحد إلى ستة) لأنني أعرفُ أنّ النتائج الكارثية الناجمة عنها ستقتلُ مئات الملايين من البشر، فضلاً عن أنها ستدمّرُ النسيج التأريخي لكلّ المدن الأوربية، وماكنتُ سأوافقُ على هذه الكارثة النووية حتى لو كان البديل لها هو بعض الهيمنة السوفييتية على أجزاء من أوربا الغربية. كانت النتائج المدمّرة، بالطبع، ستنتشرُ إلى مناطق أبعد بكثير من المناطق التي ستستهدفها الضربات النووية المباشرة، وكانت الحالة ستتفاقمُ أكثر وبخاصة فيما لو حصل إطلاق شرارة البدء بـ (شتاء نووي(*)).

لاتزالُ سُحُب الإفناء النووي تتجمّع فوق رؤوسنا حتى يومنا هذا،

---

*- إشارة إلى الظلام الدامس الذي سيعمّ الأرض في أعقاب التدمير النووي الشامل الذي سينتج عنه تصاعد كميات هائلة من الدخان الذي سيحجب ضوء الشمس بصورة كاملة. (المترجمة)

وعزاؤنا الوحيد في مواجهتها هو وجود أسلحة نووية تقلّ بخمس مرّات عمّا كانت عليه إبان الحرب الباردة (والفضل في هذا يعودُ إلى جهود السيطرة على الأسلحة بين القوى العظمى)؛ فقد صار بحوزة كلّ من روسيا والولايات المتّحدة سبعة آلاف سلاحٍ نووي، وبالإضافة لهذا ثمة القليل من هذه الأسلحة موضوعة على لائحة «الإنذار الدائم عالي المستوى»؛ لكن برغم كلّ هذه الجهود توجد في يومنا هذا تسعُ قوى نووية، مع تزايد إحتمالية أنّ المخزونات النووية الصغيرة (لدى دولٍ غير القوى العظمى، المترجمة) قد يتمّ اللجوء إليها في مناطق محدّدة، أو حتى قد يتمّ إستخدامها من قبل إرهابيين. ثمة مايمكن قوله في هذا الشأن: ليس بوسع أحدٍ إستبعاد إمكانية حصول إعادة استقطابٍ جغرافي - سياسي (جيوبوليتيكي) في وقتٍ لاحق من هذا القرن، وهو ممّا يقودُ إلى مواجهة بين القوى العظمى الجديدة، وقد يواجه جيلٌ جديدٌ أزمة «كوبا» جديدة خاصة به قد نتعامل معها بحكمة أقلّ (وقد تكون حظوظنا معها أقلّ) ممّا حصل في الأزمة الكوبية عام 1962. إنّ تهديداً نووياً يقتربُ من حافة الخطر الوجودي الشامل للإنسانية هو محضُ أمرٍ معلّق فحسبُ.

يتناولُ الفصل الثاني من الكتاب العلوم الأساسية في القرن الحادي والعشرين: التقنية الحيوية، التقنية السايبيرية، الذكاء الإصطناعي، وكذلك التفكّر فيما قد تأتي به. إنّ إساءة التعامل مع هذه العلوم يشكّل محاذر لاتنفكّ تتراكم وتمثلُ خطراً وجودياً: تقنيات وخبرات البيولوجيا أو الهجمات السايبيرية ستكون متاحة للملايين ممّن ليسوا في حاجة إلى منشآتٍ كبيرة ذات أغراض محدّدة كتلك التي تتطلّبها الأسلحة النووية. عملت جهود التخريب السايبيري على شاكلة برنامج ستكسنت **Stuxnet** (الذي عطّل الطاردات المركزية المستخدمة في برنامج الأسلحة النووية الإيراني)، وكذلك القرصنة المتواترة للمؤسسات المالية على جعل هذه الهواجس على رأس قائمة الأولويات السياسية؛ فقد إدّعى تقرير صادر عن المجلس العلمي للبنتاغون (وزارة الدفاع الأمريكية) أنّ تأثير الهجمات السايبيرية (الإنطفاء الكامل للشبكة الكهربائية في الولايات المتحدة على سبيل المثال) قد يكون أمراً كارثياً إلى حدّ يسوّغ ردّاً نووياً[4].

لكن قبل هذا دعونا نوجّه إنتباهتنا نحو التدمير ذي المفاعيل المؤثرة والذي قد ينشأ عن التآكل البيئي الناجم عن الفعاليات البشرية، وكذلك نحو التغيّر المناخي. إنّ هذه التهديدات متداخلة طويلة الأجل ويظهر تأثيرها المدمّر على نحوٍ تراكمي، وهي تنشأ من «البصمة» الجمعية الناجمة عن الفعاليات المتزايدة للبشرية والتي صارت أشدّ وطأة من قبلُ، ومالم تنتبه الأجيال المستقبلية وتتعامل بكيفية أكثر تؤدة وكياسة مع الأرض (أو مالم تهبط معدّلات التكاثر السكاني) فإنّ بيئة كوكبنا المحدود ستكون عُرضة لإجهادٍ يفوق الحدود المحتملة التي تكفل حياة بشرية مستديمة.

1. 3، التهديدات البيئية ونقاط التحوّل

كان عدد سكّان العالم قبل خمسين سنة خلت يقاربُ الثلاثة بلايين والنصف، ويقدّرُ في يومنا هذا بِـ 7. 6 بليوناً من البشر؛ غير أنّ معدّل الولادات راح يتباطأ. إنّه لمن المؤكّد أنّ عدد الولادات السنوية بلغ ذروته على مستوى العالم بأكمله قبل بضع سنوات؛ لكنه معدّله اليوم يشهد هبوطاً ملحوظاً؛ ومع ذلك فإنّ عدد سكّان العالم، وكما تشير التنبؤات العالمية، سيرتفعون إلى حدود التسعة بلايين نسمة -وربما أكثر- في سنة 2050[5]، ويعود هذا الأمر إلى أنّ معظم السكّان في العالم النامي لايزالون شباباً يافعين ولم يخلّفوا أطفالاً بعدُ، ولمّا كانوا سيعيشون أطول فإنّ **المنحني التدرّجي Histogram** (الخاص بالأعمار ومايقابلها من الولادات، المترجمة) للعالم النامي سينتهي ليكون مشابهاً في تفاصيل كثيرة منه لذلك المنحني الشائع في أوربا. إنّ النموّ السكاني الأعظم في وقتنا الحاضر يتركّز في شرق آسيا حيث تتركّز مصادر العالم البشرية والمالية، وسيضعُ هذا النمو نهاية لأربعة قرون من هيمنة بلدان شمال الأطلسي.

يخمّن العلماء المختصون بالسكّان باستمرار التمدّن الحضري الذي سينشأ عنه معيشة 70% من سكّان العالم في مُدُن بحدود عام 2050؛ بل حتى في عام 2030 ستبلغ أعداد سكّان مدنٍ مثل لاغوس، ساو باولو، دلهي أكثر من ثلاثين مليوناً. إنّ كبح مثل هذه المدن العملاقة من أن تستحيل ديستوبياتٍ فوضوية سيكون التحدّي الأكبر الذي يواجه سياسات الحوكمة.

قلّما حظيت موضوعة النمو السكاني بمناقشة مستفيضة في وقتنا الحاضر، وربما يعود هذا الأمر جزئياً إلى التنبؤات المقترنة بحسّ مأساوي

في مثل هذه التنبؤات والتي تشيرُ إلى حتمية حصول مجاعةٍ عالمية. يمكن أن نشهد شيئاً مثل هذا، على سبيل المثال فحسب، في كتاب (بول أيرلش) الذي صدر عام 1968 تحت عنوان (القنبلة السكانية)، وكذلك إصدارات نادي روما؛ فقد أثبتت تلك المنشورات ونظائرها حتمية تلك التنبؤات القاتمة. بالإضافة لما تقدّم رأى البعضُ في موضوعة النموّ السكاني أمراً محرّماً (تابو taboo) ينبغي حظرُ مقاربته، وقد سوّغوا فكرتهم هذه بأنّ هذا الأمر يثيرُ في الذاكرة التجارب المؤلمة التي حصلت في علم تحسين النسل Eugenics في عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين، فضلاً عن السياسات الهندية تحت إدارة (إنديرا غاندي)، وكذلك السياسة الصينية الصارمة الأكثر حداثة والقائمة على أساس (طفلٌ واحد لكل عائلة(*)). إنتهى بنا الأمر إلى أنّ إنتاج الغذاء واستنزاف الموارد الأولية واكبا الزيادة السكانية المتنامية؛ لكن برغم هذا فثمة جائحاتٌ من المجاعة لاتزال تحدث في يومنا هذا؛ لكنّ هذه المحن تُعزى في العادة إلى الصراعات أو سوء التوزيع وليس للندرة العالمية الشاملة[6].

ليس في مستطاعنا تحديد (العدد المثالي من السكّان) في العالم لأننا لانستطيع إمتلاك فهم كامل لما ستؤول إليه أساليب حياة البشر وأنماطهم التغذوية وطرائق سفرهم واحتياجاتهم الطاقوية بعد عام 2050. نستطيع القول أنّ العالم ماكان له إدامة العدد الحالي من السكان في أي مكان في العالم لو أنّ كلّ فردٍ فيه عاش حياة منعّمة وهو يستهلك من الطاقة ويأكل من لحم البقر بمثل مايفعل الأمريكيون في وقتنا الحاضر، ومن جانبٍ آخر يمكن لعشرين بليوناً من البشر أن يعيشوا بطريقة تكفل الإستدامة مع نوعية حياة مقبولة

(وإن كانت متقشّفة بعض الشيء) فيما لو إعتمد كلّ فردٍ وجباتٍ نباتية في غذائه، وسافر أقلّ ممّا يفعل اليوم، وسكن في شقق أصغر وأكثر كثافة، وتواصل مع الآخرين بواسطة شبكات تواصلية عالمية (إنترنت) فائقة

*- أبدت الحكومة الصينية بعض التساهل بشأن هذه السياسة في العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين. (المترجمة)

السرعة وكذلك بواسطة الواقع الإفتراضي. يبدو المشهد (السيناريو) هذا غير محتملٍ بشكل واضح، وهو غير جذابٍ بالتأكيد؛ لكنّ الفجوة بين هذه النهايات المتطرفة (أي بين واقع حالنا اليوم وبين مايرسمه السيناريو، المترجمة) تشيرُ بكلّ وضوح كم يكون أمراً ساذجاً إذا مااعتمدنا رقماً محدّداً ليمثّل «القدرة الإستيعابية» للعالم من السكّان.

إنّ عالماً بتسعة بلايين نسمة (وهو الرقم السكاني الذي يمكن بلوغه -أو تجاوزه بقليل- مع مقدم سنة 2050 لاينبغي أن يمثّل كارثة؛ فالزراعة الحديثة التي تحافظ على المياه، وربما تعزيز المحاصيل المعدّلة وراثياً، والهندسة المطوّرة لتقليل الضائعات، والتطوّر في آليات الري، وسواها من الإجراءات: كلّ ذلك بمستطاعه إطعام ذلك العدد من البشر وبطريقة واضحة للجميع. العبارة الطنّانة هنا هي «التكثيف السكّاني الذي يمكن إستدامته»؛ لكن سيكون ثمة بعض المحدّدات على الطاقة، وفي أماكن محدّدة من العالم سينشأ ضغط هائل على الموارد المائية. إنّ الأرقام المستخدمة في هذا الشأن تبدو ذات دلالة لايمكن غض الطرف عنها: لكي تُنمي كيلوغراماً واحداً من القمح تحتاجُ 1,500 (ألفاً وخمسمائة) لترٍ من المياه وبضعة ملايين من الجولات joules (وحدات الطاقة)؛ في حين أنّ الكيلوغرام الواحد من لحم البقر يستلزم عشرة أضعافٍ من المياه وعشرين ضعفاً من الطاقة. يستخدمُ إنتاج الغذاء ثلاثين بالمائة من الطاقة العالمية وسبعين بالمائة من الموارد المائية.

يمكنُ للتقنيات الزراعية التي تستخدمُ العضويات المعدّلة وراثياً أن تكون ذات فائدة بيّنة، ولكي نتناول حالة واحدة بذاتها: تخمّنُ منظّمة الصحة العالمية WHO أنّ 40% من الأطفال تحت سنّ الخامسة في العالم النامي يعانون من نقص فيتامين A – تلك الحالة التي تتسبّبُ بشكلٍ رئيسي في عمى الأطفال على المستوى العالمي، وتصيبُ مئات ملايين الأطفال كل سنة. إنّ مايسمّى (الرز الذهبي)، الذي تمّ تطويره أوّل مرّة في تسعينات القرن العشرين ومن ثمّ خضع لتحسينات لاحقة، يستطيع تزويد البشر بمادة (بيتاكاروتين) التي تستطيعُ حثّ إنتاج فيتامين A وبالتالي تخفّفُ من الآثار المترتبة على نقص هذا الفيتامين. إنّ ممّا يدعو للأسف هو أنّ منظّماتٍ تقود حملاتٍ مناهضة

عالمية، وبخاصة منظمة السلام الأخضر **Greenpeace**، أعاقت زراعة واستخدام الرز الذهبي على مستوى العالم بأكمله. توجد بالطبع هواجس مقلقة بشأن «العبث بالطبيعة»؛ لكن في هذه الحالة يمكن للتقنيات الزراعية الجديدة أن تعزّز «التكثيف البشري الذي يمكن استدامته»، وبالإضافة لذلك ثمة آمال بأنّ التعديل الأكثر فاعلية للشريط الوراثي (الجينوم) الخاص بالرز (ذلك المسمّى المسار C4) يمكن أن يعزّز كفاءة عملية التركيب الضوئي، وهو مايقودُ إلى نموّ أكثر كثافة وتوسّعاً للمحصول الزراعي الذي يُعدُّ في طليعة المحاصيل الزراعية في العالم.

يوجد إبتكاران تغذويان عظيما الأهمية لايواجهان معضلات تقنية عالية: الأول هو تحويل الحشرات -عالية القيمة الغذائية والغنية بالبروتينات- إلى طعامٍ سائغ مُستطاب، والثاني هو الحصولُ على لحمٍ صناعي من البروتين النباتي. فيما يخصّ الإبتكار الثاني فإنّ البرغر (المصنوع بصورة رئيسية من القمح، جوز الهند، البطاطا) صار يُباعُ منذ عام 2015 من قبل شركة في كاليفورنيا تدعى (Impossible Foods)، ولن يمرّ إلا برهة من الزمن ليصير بعدها هذا البرغر النباتي قادراً على الوفاء بمتطلّبات آكلي اللحوم ذوي الذائقة المتطلّبة. علماء الكيمياء الحيوية لازالوا من جانبهم يستكشفون تقنياتٍ أكثر تعقيداً؛ إذ يمكن من الناحية المبدئية «إنماء» اللحم (غير النباتي، المترجمة) عن طريق أخذ بضع خلايا من حيوانٍ ما ومن ثمّ تحفيز نموّها بمُغذّيات مناسبة. تستخدمُ طريقةٌ أخرى تدعى الزراعة اللاخليوية بكتيريا معدّلة وراثياً (أو خمائر، أو فطريات، أو طحالب معدّلة وراثياً كذلك) لإنتاج بروتينات ودهون توجد -على سبيل المثال- في الحليب والبيض. يوجد حافز مالي واضحٌ (مثلما يوجد دافعٌ بيئي كذلك) في تطوير بدائل مقبولة للحم؛ لذا يمكن للمرء أن يمتلك رؤية متفائلة بشأن التطوّر السريع في هذه التقنيات.

يمكننا أن نكون متفائلين بشأن التقنيات الخاصة بالغذاء، وكذلك الصحّة والتعليم؛ لكن من العسير ألّا نكون متشائمين بشأن السياسة: الإرتقاء بفرص الحياة للبشر الأكثر فقراً في العالم عبر توفير التغذية المناسبة، والتعليم الأساسي، وأساسيات الحياة الأخرى لهو هدفٌ ممكن التحقيق في وقتنا الحاضر؛ غير أنّ معيقات التنفيذ هي سياسية في المقام الأوّل.

لو أريد لمنافع الإبتكارات التقنية المستحدثة أن تنتشر على أوسع نطاقٍ في العالم سيكون ثمة حاجةٌ لإحداث تغييرات جوهرية في أساليب حياتنا جميعاً، وليس مطلوباً من هذه التغييرات أن تكون مؤشراً على حياةٍ يسودها التقتير وتثقلها المشقات؛ بل نستطيع جميعنا بالتأكيد، ومع مقدم سنة الهدف 2050، أن نعيش نوعية طيّبة من الحياة لاتختلف في أقل التقديرات عن الحياة المسرِفة التي يستطيبها الغربيون في يومنا هذا شريطة أن تكون التقنية قد تطوّرت بطريقة مناسبة وتمّ تعميمها واستخدامها بطريقة حكيمة. أعلن غاندي شعاره: «يوجد مايكفي لحاجة الجميع؛ لكن لايوجد مايكفي لجشع الجميع»:

There's enough for everyone's need,

But not for everyone's greed

لاينبغي إعتبار هذا القول دعوة للتقشّف بقدر ماهو دعوةٌ للنمو الإقتصادي المدفوع بالعناصر الإبتكارية التي تحصل في قطاع الموارد الأولية والطاقة.

حازت عبارة «التنمية المستدامة» على الذيوع والإنتشار عام 1987 عندما قدّمت (غرو هارلم برونتلاند) –رئيسة وزراء النرويج السابقة والتي ترأست للجنة العالمية للبيئة والتنمية– تعريفاً لهذه التنمية بأنها «التنمية التي تفي باحتياجات الحاضر –وبخاصة الفقراء– من غير تعويق قدرة الأجيال المستقبلية على الإيفاء باحتياجاتها الخاصة»[7]. نسعى جميعاً بكلّ تأكيد إلى اللحاق بركب هذا الجهد البشري وبلوغ الهدف المرتجى عام 2050 بأن تضيق الهوّةُ بين أسلوب الحياة الحالي الذي تنعم به المجتمعات المميزة التي نالت حظاً طيباً في العيش وبين أسلوب الحياة السائد في باقي أجزاء العالم، وهذا أمرٌ لايمكن أن يتحقق إذا ماتبعت البلدان النامية مسار التصنيع ذاته الذي إتبعته من قبلُ أوروبا وأمريكا الشمالية؛ بل يمكن للبلدان النامية أن تحقق قفزات جامحة ومُباشِرة نحو نموذج (موديل) حياة أكثر كفاءة في استخدام الموارد وأقلّ هدراً لها. ليس الهدف المرتجى هو تعزيز التوجهات المضادة للتقنية؛ بل، وعلى العكس من المتوقع – سيكون هناك حاجة أكبر

للتقنية التي يجب تعشيق أشكالها المختلفة بحيث تكون قادرة على إنتاج الإبتكار المطلوب. يتوجّبُ على الأمم الأكثر تطوّراً أن تعتمد هذه الإنتقالة التقنية أيضاً.

تقنية المعلومات IT والوسائط التواصلية الإجتماعية هي اليوم متغلغلة في حياتنا على مستوى عالمي: المزارعون الريفيون في أفريقيا، على سبيل المثال، صار في قدرتهم الولوج إلى معلومات السوق العالمية وبما يمكّنهم من تجنّب الوقوع فرائس سهلة لطمع التجّار الجشعين، ويمكن لهم فضلاً عن ذلك مناقلة الموارد المالية بصورة ألكترونية؛ غير أنّ هذه التقنيات ذاتها يمكن أن تجعل هؤلاء الذين يعيشون في المناطق الأكثر حرماناً في العالم يدركون حقيقة مايفتقدون إليه، وهذا الإدراك كفيلٌ بأن يُشيع شعوراً أعظم بالمرارة والتنغيص؛ الأمر الذي يذكي نار الهجرة الجماعية أو الصراعات متى ماتراكم الشعور الطاغي بأنّ هذه التمايزات المعيشية تجاوزت الحدود لمعقولة وبلغت حداً مؤلماً من اللاعدالة (في توزيع الموارد، المترجمة). ليست هذه الحالة مدفوعة بدوافع أخلاقية فحسب بل هي مسألة تتعلق بالمصالح الذاتية أيضاً (للبلدان المتقدّمة، المترجمة)؛ إذ أنّ البلدان الأكثر ثراءً وتقدّماً عندما تسعى للإرتقاء بالعدالة الإنسانية (عبر المساعدات المالية المباشرة وتقليل الإسراف الإستغلالي الحالي في المواد الخام)، وكذلك في الإستثمار في البنية التحتية والتصنيع في البلدان التي تعاني هجرة عالية؛ فإنّ هذه البلدان (الأكثر ثراءً وتقدّماً) إنما تعمل على تقليل الضغوط على الأقلّ حظاً من البشر والحد من اختيارهم طريق الهجرة والبحث عن عملٍ في البلدان المتطورة والثرية.

لكن برغم كل شيء تميل الأهداف بعيدة المدى إلى الغياب عن اللائحة (الأجندة) السياسية المثقلة بالمعضلات ذات الراهنية والفواعل المباشِرة، وثمة تركيزٌ دوماً على الانتخابات اللاحقة. سبق لرئيس المفوضية الأوربية، جان كلود جنكر، أن قال بهذا الشأن: «نعلم جميعاً ماالذي يتوجّبُ علينا فعلهُ. إنّ مالانعلمه بالضبط هو الكيفية التي تكفل إعادة انتخابنا بعد أن نحقق مانعلمه ومايتوجّب فعله»[8]، وهو يشير هنا إلى الأزمات المالية؛ لكنّ ملاحظته تنطبق حتى على التحدّيات البيئية (صار هذا الأمر أقلّ تنفيذاً على أرض الواقع مع التنفيذ المتباطئ وغير المشجّع للأهداف الموضوعة من

قبل الأمم المتحدة بشأن التنمية التي يمكن إستدامتها). يوجد فجوة باعثة على الإكتئاب بين مايمكن فعله وبين مايجري فعلاً على أرض الواقع. إنّ منح المزيد من المساعدات السخية ليس بالأمر الكافي في ذاته؛ بل نحتاج إلى المزيد من الإستقرارية والحوكمة الجيّدة والبنية التحتية المؤثرة إذا ماأريد لهذا المزايا والمنافع (الناجمة عن المساعدات الدولية والمحلية، المترجمة) أن تتغلغل وتُؤتي ثمارها الطيبة المرتجاة في العالم النامي: مو إبراهيم **Mo Ibrahim**، القطب المالي السوداني، الذي عملت شركته على إشاعة استخدام الهواتف النقالة في أفريقيا، أعلن عام 2007 عن جائزة بقيمة خمسة ملايين دولار (مضافاً لها 200,000 دولارٍ في السنوات اللاحقة) من أجل تقديم التقدير المستوجب للقادة المثاليين وغير الفاسدين في البلدان الأفريقية، فضلاً عن جائزة (مو إبراهيم) للإنجاز في ميدان القيادة الأفريقية والتي تمّ منحها خمس مرّات منذ الإعلان عنها.

الأفعال المناسبة ليست بالضرورة تلك التي يتمّ اتخاذها على مستوى الأمة – الدولة. البعض من تلك الأفعال يحتاجُ بالطبع تعاوناً تتشارك فيه أمم عديدة؛ لكنّ العديد من الإصلاحات المؤثرة تتطلّب التنفيذ على نطاقٍ محلي فحسب. تتوفّر فرصٌ ضخمة لدى المدن التي أصابت قدراً من التنوير (العلمي والتقني والمفاهيمي، المترجمة) لكي تكون مستكشفة للمسارات الجديدة وبما يمكّنها من حمل راية الإبتكار في التقنيات العالية التي ستتزايد الحاجة إليها في المدن العملاقة الناشئة في العالم النامي حيث ستكون التحدّيات في تلك الأماكن -بخاصة- شاقة.

إنّ نزعة الاهتمام المفرط بالمدى القصير ليس بالخصيصة المقتصرة على السياسة الإنتخابية. المستثمرون -كما السياسين- في القطاع الخاص أيضاً لايمتلكون أفقاً كافياً من الرؤية، وكذلك يفعل المطوّرون العقاريون الذين لن يقيموا أي منشأ من المنشآت الخدمية مالم يستوثقوا أولاً من أنهم سيسترجعون أموالهم الموضوعة في هذا الإستثمار العقاري خلال (دعنا نقل مثلاً) ثلاثين سنة. تمتلك معظم البنايات العالية في الحواضر المدينية «عمراً إفتراضياً» في حدود الخمسين سنة فقط (هذا عزاءٌ وسلوى لهؤلاء الذين يعيشون بين ظهرانينا ويتوقون لمدّ هيمنتهم على الفضاءات العالية!)؛

غير أنّ المنافع والجوانب السلبية لمثل تلك المنشآت تبقى عصية على التقدير خلال تلك الحقبة الزمنية على كل حال.

ماذا عن المستقبل الأبعد من سنة 2050؟ توجهات النمو السكاني بعد تلك السنة صعبةُ التخمين، وستعتمدُ على قناعات شبابِ اليوم (وهؤلاء الذين لم يولدوا بعدُ) بشأن أعداد أطفالهم والفواصل الزمنية بين إنجابهم. التعليم المعزّز -فضلاً عن تمكين النساء، وهو أسبقية في ذاته بكل تأكيد- يمكن أن يلعبا دوراً في خفض معدّلات الخصوبة التي تعدُّ اليوم عالية؛ لكن مفاعيل هذه الإنتقالة الديمغرافية (السكانية) لم تبلغ بعدُ مناطق من الهند ومنطقة شبه الصحراء الأفريقية.

إنّ متوسّط الولادات لكلّ إمرأة في بعض مناطق أفريقيا (النايجر، أو إثيوبيا الريفية على سبيل المثال) لايزال يفوق السبع ولادات، وبرغم أنّ الإتجاه المتوقّع للخصوبة يميلُ إلى الإنخفاض فإنّ من المحتمل وفقاً للأمم المتحدة أن يتضاعف عدد سكّان أفريقيا ثانية ليبلغ أربعة بلايين نسمة بين سنتَيْ 2050 و2100، الأمر الذي سيرفع سكّان العالم ليبلغ أحد عشر بليوناً حينها. نايجيريا وحدها سيكون لها من السكّان مايعادل سكّان أوربا وأمريكا الشمالية مجتمعتيْن، وسيعيشُ مايقاربُ نصف أطفال العالم في أفريقيا.

لايفتأ المتفائلون يذكّروننا بأنّ كلّ فم إضافي يجلبُ معه يدين ودماغاً؛ لكن بصرف النظر عن كلّ الحقائق فإنّ العدد السكاني الأضخم يتسبّبُ في إيقاع ضغوط جسيمة على الموارد المتاحة وبخاصة عندما يقلّلُ العالم النامي من حجم الفجوة الفاصلة بينه وبين العالم المتقدّم محسوباً على أساس الإستهلاك المتحقق لكلّ فرد فيه. سيجعل النمو السكاني المتعاظم أفريقيا عاجزة عن الإفلات من قبضة «فخّ الفقر»: والحقّ أنّ بعضاً من الخبراء لاحظ أنّ التفضيلات الثقافية الأفريقية قد تقود للإبقاء على شأن العوائل الكبيرة وجعله مسألة خيار شخصي حتى لو بلغت وفيات الأطفال حدوداً دنيا، ولو حصل هذا الأمر فستكون موضوعة حرية إختيار حجم العائلة -باعتباره واحداً من الحقوق الأساسية بموجب إعلانات الأمم المتحدة- مثار مساءلة قاسية وبخاصة عندما توضع المترتبات السلبية للزيادة السكّانية العالمية في ميزان المقارنة مع سواها من العوامل.

ليس بوسعنا سوى أن نأمل بأنّ عدد السكّان على مستوى العالم بأكمله سيشهد إنخفاضاً عوضاً عن الزيادة بعد عام 2050، وحينها سيكون في المستطاع، برغم كلّ شيء، إطعام أفواه التسعة بلايين نسمة (مع إفتراض شيوع إجراءات الحوكمة الجيّدة والسياسات الزراعية الكفوءة) وحتى لو صارت المفردات الإستهلاكية أرخص في أكلاف الإنتاج (بسبب عوامل منها، مثلاً، **الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing**)، وغدت «الطاقة النظيفة» أكثر وفرة؛ فليس ثمة من سبيل لنكران أنّ الخيارات التغذوية ستشهد تحديداتٍ، وأنّ نوعية الحياة ستنخفض بعض الشيء بسبب فرط التزاحم والتناقص المتزايد في الفضاءات الخضراء المنتشرة على كوكب الأرض في وقتنا الحاضر.



1. 4، البقاء ضمن الحدود الكوكبية

نحنُ غاطسون عميقاً في الحقبة الأنثروبوسينية: هذه هي العبارة التي لقيت رواجاً شعبياً واسعاً بفعل الجهود الحثيثة التي بذلها **بول كروتزن Paul Crutzen**، وهو أحد العلماء الذين أرجعوا الإستنفاد المتعاظم لطبقة الأوزون في أعالي الغلاف الجوي إلى إستخدام الكيماويات الحاوية على مركّبات كلوروفلورو كاربون CFCs في عبوات الرذاذ المعلّق (الإيروسول) وكذلك في أجهزة التبريد (الثلّاجات). قاد بروتوكول مونتريال عام 1987 إلى حظر استخدام هذه الكيماويات في العالم، وقد بدت إتفاقية مونتريال هذه سابقة مشجّعة؛ لكنّها لاقت النجاح بسبب وجود خيارات تحذيرية سابقة لها بشأن التعامل مع مركّبات الكلوروفلوروكاربون، وهنا كان ممكناً وضع هذه الإتفاقية موضع التطبيق من غير تبعات إقتصادية باهظة التكلفة، ومن المحزن حقاً أنّ الامر ليس على هذا القدر من اليسر عند التعامل مع الموضوعات ذات المنشأ البشري والأكثر أهمية من موضوعة إستنفاد الأوزون – تلك الموضوعات التي تترتب عليها تغيّرات عالمية جوهرية ناجمة عن الأعداد المتزايدة في سكّان الأرض والتي تستوجبُ تزايد الطلب على الغذاء العالمي والطاقة والمصادر الحيوية الأخرى. تلقى هذه الموضوعات الجوهرية مناقشات عالمية واسعة النطاق؛ لكنّ مايبعثُ على الإحباط هو حالة الجمود وعدم المبادرة في إتخاذ القرارات الحاسمة، وبقدر مايختصّ الأمر بالسياسيين ومتّخذي القرارات فإنّ الموضوعات ذات الأهمية الراهنة تمثّل لهم إنشغالاً طويل الأمد (أي يمكن تأجيله وترحيله لمن سيخلفهم من السياسيين، المترجمة)، والموضوعات ذات الوقع المؤثر تمثل لهم (للسياسيين) موضوعات عالمية مشتركة وليست وقفاً

على بلد بعينه. أرى أننا في مسيس الحاجة للتساؤل والتفكّر العميق بشأن السؤال التالي: ألم يحن الوقت بعدُ لكي تنظر الامم المختلفة في كلّ العالم في ضرورة إضفاء المزيد من السيادة والفاعلية على المؤسّسات الوطنية الجديدة وبكيفية مشابهة لما يحصلُ مع الوكالات الحالية التي تعمل بتمويل وإدارة الأمم المتحدة؟

ستتسبّبُ الضغوطات الناجمة عن الأعداد المتصاعدة من سكّان الأرض والتغيّر المناخي كذلك في المخاطرة بفقدان التنوّع البيولوجي، وسيقترن هذا التغيّر مع تفاقم الحاجة إلى أراضٍ جديدة لإنتاج الغذاء أو لزراعة المحاصيل المستخدمة في إنتاج **الوقود الحيوي Biofuels**، وكلّ هذا سيكون على حساب إنحسار الرقعة الخضراء التي تشغلها الغابات الحالية. يمكن لهذه التغيّرات في المناخ مترافقة مع التغيّرات الحاصلة في نمط إستخدام الأرض أن يتسبّب في حثّ وتخليق «**نقاط تحوّل Tipping Points**» تعمل على تقوية كلّ من هذه التغيّرات بطريقة يحثّ فيها الواحد الآخر ويستزيد من آثاره المدمّرة وبما يقودُ في نهاية الأمر إلى تخليق متاهة سائبة وتغيّر ذي مفاعيل سلبية فظيعة لايمكن معالجتها بفعل عكسي. لو أنّ التأثير البشري الجمعي على الطبيعة مضى بعيداً بالضد من «الحدود الكوكبية» للأرض (على حدّ تعبير عالم البيئة السويدي **يوهان روكستروم Johan Rockström**[9]) فإنّ محصّلة «الصدمة البيئية» يمكن أن تسبّب إفقاراً مميتاً لنطاقنا الحيوي الارضي وبطريقة لايمكن عكس مفاعيلها المدمّرة. لماذا يهمّنا هذا الأمرُ كثيراً؟ يهمّنا لأنّ أذى كبيراً سيلحقُ بنا إذا تناقصت أعداد الأسماك واقتربت من حافة الإنقراض، ولأنّ نباتات كثيرة توجد في الغابات المطرية قد تكون ذات فائدة عظمى لنا لأغراض طبية،،، إلخ؛ لكن ثمّة قيمة روحية أيضاً فوق كلّ تلك الإعتبارات العملية التي يمكن أن يجود بها علينا نطاق حيوي عظيم التنوّع، ويمكننا تلمّس هذا الأمر بكلمات العالِم البيئي الأبرز إي. أو. ويلسون **E. O. Wilson**:

تسودُ قناعةٌ في قلب الرؤية البيئية العالمية بأنّ الصحة الجسدية والروحية للكائن الإنساني تعتمدُ على صحّة كوكب الأرض.... الأنساق البيئية الطبيعية: الغابات، الشعاب المرجانية، المياه البحرية الزرقاء،،، هذه الأنساق

التي تحافظ على العالم وتبقيه كما نتمنّى له أن يكون. تطوّر جسدنا وعقلنا وارتقيا بطريقة تكيّفت مع هذه البيئة الكوكبية (الأرضية) الخاصة وليس في بيئة سواها.[10]

تشهد معدّلاتُ الإنقراض في المنظومة البيئية معدّلات خطيرة متزايدة وغير مسبوقة: نحنُ لاننفكّ ندمّرُ كتاب الحياة قبل أن نشرع في قراءته؛ فعلى سبيل المثال تناقصت أعداد الثدييات الفريدة والنادرة بصورة ملحوظة وإلى حدود باتت تهدّد وجود هذا النوع، وتتعرّضُ الأنواع التي يربو عددها على الستة آلاف من الضفادع والعلاجيم والسلمندرات تهديدات مستديمة، ويتعاظم هذا التهديد بخاصة إذا عرفنا أنّ هذه الكائنات الحية شديدة الحساسية لمثل هذه التهديدات البيئية، ولو شئنا الإستعانة بكلمات إي. أو. ويلسون ثانية فسنقرأ الآتي: «لو أنّ الأفعال البشرية تقودُنا إلى إنقراضات كبرى فستكون أفعالنا هذه آخر مايمكن أن تفكّر أجيالنا المستقبلية بغفرانه لنا».

هنا، وبكيفية عرضية تماماً وغير مقصودة، يمكن للمعتقدات الدينية العظمى أن تكون حلفاء لنا في سعينا الحثيث للإبقاء على إستدامة الأنساق البيئية. أعملُ منذ وقت ليس بالقصير عضواً في **الأكاديمية البابوية للعلوم** **Pontifical Academy of Sciences** (وهي هيكل مؤسساتي عالمي، يمثّلُ أعضاؤه السبعون كلّ المعتقدات الدينية بل حتى قد يكون بعضهم – مثلي– لادينياً)، حصل في عام 2014 أنّ نظّم كلّ من **بارثا داسغوبتا Partha Dasgupta** عالم الإقتصاد الذي يعمل في جامعة كامبردج وبالإشتراك مع رام راماناثان **Ram Ramanathan** عالم المناخ الذي يعملُ في معهد سكريبس في كاليفورنيا مؤتمراً على أعلى المستويات الأكاديمية المرموقة بشأن الإستدامة والمناخ، وعُقد المؤتمر في الفاتيكان[11]، وقد وفّر هذا المؤتمر دفعة آنية علمية قوية للمنشور البابوي الصادر عام 2015 بعنوان Laudato Si. أبدت الكنيسة الكاثوليكية منذ وقت بعيد تسامياً فوق الإنقسامات السياسية، ولايوجد مايحدّ إنطلاقتها نحو أبعد الآفاق العالمية أو يكبحُ جهودها المستديمة أو رؤيتها بعيدة المدى أو تركيزها على فقراء

العالم، ولاننسى التصفيق الهائل الذي قوبلت به كلمة البابا فرانسيس من قبل الحاضرين وهم وقوفٌ في محفل الأمم المتحدة، وقد لقيت كلماته صدى واسعاً في كلّ العالم وبخاصة في أمريكا اللاتينية وأفريقيا وشرق آسيا.

قدّم المنشور البابوي المشار إليه أعلاه أيضاً تعضيداً للرؤية البابوية الفرانسيسكانية (أي المنسوبة للبابا فرانسيس، المترجمة) في أنّ البشر جميعاً يشتركون في واجب بذل الإهتمام ورعاية كلّ من يراه الكاثوليك بأنه «خليقة الإله»، وتنطوي هذه الرؤية على أنّ العالم الطبيعي له قيمة بذاته (وليس لمحض منافعه العملية لنا، المترجمة) ولاينبغي التعامل معه بقدر مايستجلب للبشر من أعطيات وهبات ذات طبيعة قائمة على المنفعة والإستغلال، وهذا توجّه يتناغم مع تلك التشوّفات النبيلة التي عبّر عنها بأجمل مايكون التعبير وقبل أكثر من قرن ألفرد راسل والاس **Alfred Russell Wallace** الذي يعرَفُ عنه أنه العالمُ الذي عضّد داروين في إشاعة الرؤية المفاهيمية لعملية التطوّر بالإنتخاب الطبيعي:

أفكّرُ دوماً بالعصور الطويلة من الماضي السحيق والذي إستطاعت فيها الأجيال المتعاقبة إدامة مسارها التطوّري وتخليق كلّ هذه الأشياء المسكونة بالجمال الأخّاذ..... ويأخذني العجب إذا ماعرفتُ أن ليس ثمة من عين ذكية تحدّقُ ملياً في كلّ هذا الجمال الفاتن، وفي كلّ هذه المظاهر التي وإن بدت أقرب للجمال الوحشي لكنها تبقى مثالاً رفيعاً للجمال في أبهى أشكاله..... يتوجّب أن يقودنا هذا الإعتبار إلى التفكّر الحثيث بأنّ كلّ الأشياء الحية لم تكن صُنِعت للإنسان في الأصل..... إنّ سعادة هذه الموجودات الحية وبهجتها، ماتحبّ وماتكره، كفاحها المستديم من أجل الوجود، حياتها المفعمة بالحيوية وموتها المبكّر،،، هذه كلها تبدو وعلى نحو مباشر ذات علاقة وثقى بوجودها الطيّب وبإعادة دورة حياتها على نحو متواصل فحسب (ولاشأن لها بالبشر ومايبتغونه من منافع عملية تخصّهم، المترجمة)[12]

يسّر المنشور البابوي الطريق نحو عقد إتفاقية المناخ في مؤتمر باريس الذي عقِد في كانون أوّل (ديسمبر) 2015؛ فقد عبّرت هذه الإتفاقية وبطريقة

لاتعوزها بلاغة إضافية عن مسؤوليتنا نحو أطفالنا، ونحو الأكثر فقراً في العالم، ونحو إلتزامنا الثابت والصارم بالحفاظ على التنوّع الحيوي في العالم، كما أشارت الإتفاقية إلى أن هذه القائمة من الإلتزامات تتطلّبُ أن لانخلّف لأجيالنا المستقبلية عالماً مستنزفاً في موارده ويعجّ بشتى ضروب الأزمات والتهديدات المهلكة.

من المؤكّد أننا جميعاً نحمل في دواخلنا إلتزاماً ليس بالقليل تجاه هذه المسؤوليات المشتركة؛ لكنّ مؤسساتنا **العلمانية Secular** -إقتصادية كانت أم سياسية- لاتنهض بالعبء الكافي طويل المدى الذي ينبغي أن تنهض بمهامه، وسأترك للفصول الختامية من كتابي هذا مهمّة تناول التحدّيات الشاقة التي يواجهها العلم والحوكمة والتي تفرضها التهديدات العالمية.

الضوابط Regulations قد تكون ذات فائدة؛ لكن الضوابط وحدها لن تحوز إهتمام العامّة مالم يتغيّر سياق التفكير الجمعي. شهدت التوجهات المجتمعية في العالم الغربي نحو موضوعات محدّدة (مثل التدخين والسياقة تحت تأثير الكحوليات) إنعطافات إيجابية كبرى في العقود الراهنة، ونحنُ في مسيس الحاجة لإشاعة تغيّر سلوكي مماثل في التوجّهات السلوكية المجتمعية التي تكشف بشكل بيّن عن إستهلاك مفرط في المواد والطاقة وإنتاج نفايات يصعب التخلّص منها: سيارات الدفع الرباعي (التي تملأ الشوارع اللندنية وتتسبّب في إنسدادات فظيعة للطرقات القريبة من مراكز التسوّق)، مسخّنات الفناءات الواسعة، الإضاءات البراقة التي تملأ المنازل، الأغلفة البلاستيكية المعقدة التي تقترن بالعُدد والآلات، التقليد الأقرب للعبودية المطلقة للموضات سريعة التغيّر،،،، إلخ. هذه كلها سلوكيات يتوجّب إعتبارها «رديئة» بدلاً من كونها «أسلوب حياة»، ولو شئنا حقيقة الأمور فيمكن لتوجّه مجتمعي بعيد عن الإستهلاك المفرط أن يتحقق من غير ضغط خارجي (من جانب الضوابط الحكومية، المترجمة): كان فضاء المعيشة بالنسبة لأفراد جيلي لايعدو أن يكون غرفة طالب (أستوديو، المترجمة) ثم صارت لاحقاً مكاناً أوسع بعض الشيء، وكان هذا المكان يحصل على بصمة من «الخصوصية» عن طريق نوعية الكتب (ومن ثم الأقراص المضغوطة في زمان لاحق) والصور واللوحات المرسومة؛ أما

اليوم فقد صارت الكتب والموسيقى متاحة من مصادر مفتوحة (أونلاين) ويمكننا بلوغها وقتما نشاء حتى بلغ الأمر، ربما، حدّ أن تتراجع مشاعرنا تجاه مايسمى «البيت» بعد أن تصاغرت بصمات خصوصيتنا الشخصية، ويبدو أننا سنصبحُ أقرب لمثال البدو المترحّلين وبخاصة بعد أن صارت معظم الأعمال التجارية وعلاقات التواصل الإجتماعي تجري وقائعها بشكل لحظي على الحاسوب أو الهاتف الذكي (أونلاين). يمكن مع هذا الوضع إستبدالُ النزعة الإستهلاكية بِـ (إقتصاد تشاركي)، ولو حصل تنضيج معقول لهذا السيناريو فسيكون أمراً حاسماً وفي غاية الأهمية أن تنتقل الأمم النامية بصورة مباشرة نحو أسلوب الحياة هذا متجاوزة طور الإستهلاك للطاقة والمواد الأولية والمصنّعات المادية والذي تجاوزته أوربا والولايات المتحدة.

تحتاج الحملات المؤثرة أن تقترن بشعار مميز **Logo** يبقى طويلاً في الذاكرة: أظهرت السلسلة التلفازية المسمّاة *Blue Planct II* التي عُرِضت على الـ BBC عام 2017 حيوان **القطرس albatross** عائداً من تجواله عبر آلاف الأميال بحثاً عن المؤن الغذائية في المحيطات الجنوبية، وبعد عودته راح يلقي في فم أطفاله الصغار قطعاً من البلاستك بدلاً من السمك الصغير المشتهى! . إنّ مثل هذه الصورة البليغة تشيعُ بين العامّة أهمية الفهم الخاص لموضوعة إعادة تدوير المصنّعات البلاستيكية وتوفرُ لهم الحافز لهذا الفهم الذي سيخرجون منه بنتيجة مؤكدة: ينبغي إعادة تدوير المواد البلاستيكية وإلا فإنها ستتراكم في المحيطات (وفي سلاسل الغذاء التي تعتمد عليها الكائنات البحرية التي تعيش في المحيطات). ومثلما فعلت صورة القطرس الأيقونية (برغم الحزن الذي تبعثه لدى المشاهد) يمكن أن تفعل صورة الدب القطبي –وإن كانت مُضللة بعض الشيء– وهو يتقافز ويتشبث بكتلة جليدية طافية طلباً للنجاة بعد أن ذابت معظم الكتلة الجليدية هناك. إنّ صورة الدب القطبي المتقافز لهي أفضل تمثيل رمزي لمعضلة التغيّر المناخي، وهذه المعضلة هي موضوع المادة التالية في هذا الفصل.

1. 5: التغيّر المناخي

العالم سيصبحُ أكثر ازدحاماً بالسكّان. هذه حقيقة مؤكّدة، وثمة تنبؤ ثانٍ يفيدُ بأنّ العالم سيغدو أكثر دفئاً من ذي قبلُ، وستعملُ التغيّرات العالمية الحاصلة في النماذج المناخية المعروفة على مفاقمة الضغوط الواقعة على تجهيزات الغذاء وعلى النطاق الحيوي بأكمله. يمثّلُ التغيّر المناخي موضوعة نموذجية للتوترات الصراعية الحاصلة بين قطاعات العلم والسياسيين والفضاء الجمعي العام، وبعكس المسائل الخلافية الخاصة بتزايد السكّان فإنّ معضلة التغيّر المناخي ليست بالتأكيد من المعضلات التي جرى إغفالها أو التقليل من شأنها أو المناقشة حولها (حتى مع تسليمنا بحقيقة أنّ حكومة ترامب في الولايات المتّحدة حظرت عام 2017 إستخدام مصطلحَي «الإحترار العالمي» و«التغيّر المناخي» ورفعتهما من الوثائق الحكومية العامة)؛ لكنّ المترتّبات الناشئة بسبب التغيّر المناخي لاتـقابَلُ بما ينبغي من الأفعال المناسبة حتى بات الوضعُ العالمي يبعث على الرعب حقاً. شيء واحد في موضوعة التغيّر المناخي ليس موضع جدال أو إختلاف في الرؤية: تركيز غاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO2 تتزايد على نحو مضطرد في الهواء وبسبب رئيسي هو حرق أنواع متعدّدة من **الوقود الأحفوري Fossil Fuels**، وقد سبق للعالم **تشارلس كيلنغ Charles Keeling** أن قاس مستويات غاز CO2 باستخدام جهاز موجود في مرقاب (مونا لو) في جزر هاواي (وهو المرقاب الذي إستمرّ في الخدمة بشكل متواصل منذ عام 1958، وبعد وفاة كيلنغ عام 2005 إستمرّ برنامج قياس مستويات غاز ثنائي أوكسيد الكاربون في الهواء بواسطة إبنه رالف الذي تولّى قيادة العمل في المرقاب)، ولم يعُد من شكّ أو موضع محاججة أنّ هذا الإرتفاع يقود إلى مايُعرَفُ بِـ (تأثير

الدفيئة Greenhouse Effect): الشعاع الشمسي الذي يسخّنُ الأرض يُعادُ بعثه من الأرض على شكل أشعّة فوق حمراء؛ لكن مثلما أنّ الغلاف الزجاجي (أو البلاستيكي، المترجمة) في بيت الدفيئة يحجز الأشعة فوق الحمراء فكذلك يفعل غاز CO_2 عندما يعمل مثل غطاء يحيط بالأرض ويحجز حرارة الشمس داخل الغلاف الجوي المحيط بالأرض وكذلك في البراري الشاسعة والمحيطات. كانت هذه الحقيقة مفهومة منذ القرن التاسع عشر؛ إذ منذ ذلك الحين فُهِم أن زيادة في مستويات غاز CO_2 في الجو ستعمل على حثّ توجّه طويل المدى نحو الإحترار المستديم مع كلّ مايمكن أن ينتج عنه من مفاعيل تعمل على تعقيد المؤثرات الكفيلة بتذبذب حالة المناخ وظهورها في أنماط متطرفة غير معهودة.

إنّ مضاعفة تركيز غاز CO_2 في الجو (بافتراض بقاء كلّ المتغيرات الاخرى ثابتة) سيتسبّبُ في زيادة الإحترار الأرضي بمقدار وسطي معدّله 1. 2 (درجة واحدة وعُشرَي الدرجة) من الدرجات المئوية في كلّ الأرض، وهذه نتيجة إحتسابية مباشرة ناشئة من معطيات مؤكّدة لايمكن نكرانها؛ لكنّ المتغيرات الأخرى التي لانزال نمتلك فهماً ضئيلاً بشأنها هي تلك المقترنة بالتغيّرات الحاصلة في بخار الماء، والغطاء السحابي المحيط بالأرض، والدوّامات الحاصلة في التيارات الناشئة في المحيطات؛ إذ لم نفهم حتى الآن أهمية هذه الفعاليات الإسترجاعية في التأثير على حرارة الأرض، وقد عرض التقرير الخامس الصادر عن اللجنة الحكومية المشتركة عن التغيّر المناخي (IPPC) المنشور عام 2013 مجموعة من التوقّعات التي يمكن إستخلاص بعض الحقائق الواضحة منها (برغم حالات عدم اليقين الكثيرة بشأن التنبؤات التي يحفل بها التقرير)، وأهمّ حقيقة خلُص إليها التقرير أنّ إنبعاثات غاز CO_2 لو إستمرّت في التزايد غير المسيطر عليه فإننا نخاطرُ بانطلاق شرارة تغير مناخي ذي مفاعيل رهيبة ستقودُ حتماً إلى سيناريوهات مدمّرة ستحصل في البضعة قرون القادمة، ومنها البدء بذوبان **غير إنعكاسي irreversible** للجليد في غرينلاند والقارة القطبية الجنوبية (أنتاركتيكا) – الأمر الذي سيقودُ إلى إرتفاع مياه البحر بمستويات قد تبلغ عدّة أمتار. من الأمور المهمّة في هذا الشأن ملاحظةُ أنّ (الرقم الرئيسي) في زيادة الإحترار

العالمي هو رقمٌ وسطي (معدّل average) فحسب؛ لذا فإنّ مايجعلُ التأثير الحراري أكثر شدّة وأذى من سواها هو أنّ هذا الإرتفاع الحراري يحصل بطريقة أسرع في بعض المناطق ويمكن أن ينشأ عنه تغيّرات شديدة الوطأة من حيث النماذج المناخية السائدة في تلك المناطق.

شابت المناقشات الحجاجية بشأن معضلة التغيّر المناخي ضبابيّة داكنة في العلاقة التي تجمع العلم بالسياسة والمصالح التجارية؛ فهؤلاء الذين يمقتون المترتبات التي أوصى بها تقرير IPCC أمعنوا في مقت العلم عوضاً عن الدعوة للإرتقاء به نحو مرتقيات أفضل. من المؤكّد أنّ المحاججات المستديمة بشأن التغيّر المناخي كان ممكناً جعلها بنّاءة أكثر ممّا كانت عليه لو أنّ هؤلاء المعارضين للسياسات الحالية أدركوا أهمية أن يعرضوا آراءهم للجمهور بأفضل طريقة ممكنة وأن يعضّدوا التنبؤات العلمية بأمثلة مجسّدة ومحسوسة من جانب العامّة، وكان من الأفضل لهم أن لايتحدّثوا على النطاق العالمي فحسب بل على نطاق المناطق الصغيرة في أبعد بقاع العالم (وهذا أمرٌ أهمّ بكثير من الدعوات العالمية العامّة). يسعى علماء من كامبردج وكاليفورنيا[13] لدعم مشروع أطلقوا عليه (**مشروع الإشارات الحيوية Vital Signs project**) ينشدون منه توظيف كمّ هائل من البيانات المناخية والبيئية لمعرفة أيّ الأنماط المناخية المحلية (فترات الجفاف الطويلة، الموجات الحرارية، الفيضانات الجارفة،،،، إلخ) هي التي تساهمُ أكثر من سواها في إرتفاع متوسط درجات الحرارة في الغلاف الأرضي، ويمكن لهذا المسعى أن يزوّد السياسيين وصانعي القرارات شيئاً أكثر دلالة ويسراً على الفهم من عبارة (الإحترار العالمي) العائمة.

سيعتمد معدّل تزايد تركيز غاز CO_2 في الغلاف الجوي على التوجهات المستقبلية في زيادة السكّان وعلى مدى إعتماد العالم وبصورة مستمرة على أنواع الوقود الأحفوري؛ لكن حتى مع إعتمادنا لسيناريو محدّد فيما يخصُّ إنبعاث غاز CO_2 فليس بمستطاعنا التنبؤ بمدى سرعة تزايد المعدّل الوسطي لدرجة حرارة الغلاف الجوي بسبب «عامل الحساسية المناخية» الناجم عن مؤثرات ذات طبيعة إسترجاعية غير مثبتة. الإجماع السائد الذي إعتمده خبراء تقرير IPCC يرى أنّ نمط الأعمال Business السائدة –كالعادة– بالإضافة

إلى تزايد أعداد السكّان والإعتماد المستمر على أنواع الوقدود الأحفوري يمكن أن تتسبّب (بنسبة إحتمال تقاربُ 5%) في بلوغ زيادة في درجة حرارة الارض بمقدار يزيد على ستّ درجات مئوية في القرن القادم، ولو نظرنا إلى حجم الإنفاق الحالي على الحدّ من إنبعاثات غاز CO2 باعتبارها سياسة تأمين (على بقاء الجنس البشري، المترجمة) فإنّ الفعل الجوهري الذي يمكن تسويغه تماماً هو أن نبتعد عن كلّ الأفعال التي يمكن أن تتسبّب في تبعات كارثية ليس في وسع البشرية تحمّل مفاعيلها الناتجة حتى لو كان لها إحتمالية ضئيلة (على شاكلة إرتفاع درجة حرارة الأرض بمقدار ست درجات مئوية كما بيّنتُ فما سبق) وأن نفضّل فعل الإبتعاد هذا (عندما نكون في موضع الخيار بين خيارات متعدّدة) على فعل آخر له إحتمالية وقوع بمقدار 50% ويمكن أن تنشأ عنه تبعات مدمّرة وخطيرة ولكن تبقى في حدود قدرتنا على التكيّف الخلّاق معها. كان الهدف المعلَنُ من مؤتمر باريس هو منع زيادة درجة حرارة الغلاف الجوي من أن تتجاوز درجتين مئويتين (وإن كان ممكناً فمن المرغوب فيه قصر الإرتفاع هذا على 1.5 درجة مئوية فقط وتثبيته عند هذا الحد)، ويبدو هذا الهدف معقولاً ومسوّغاً إذا ماأردنا تقليل المخاطرة الكامنة في تجاوز «نقاط التحوّل» الخطيرة؛ لكن التساؤل الذي يقفز أمامنا هو: كيف السبيل لتنفيذ هذا المسعى الطيّب؟ إنّ كمية غاز CO2 التي يمكن إطلاقها في الجو الأرضي من غير تجاوز الحدّ الذي سعى إليه مؤتمر باريس هي كمية غير متفق عليها لسبب بسيط يُعزى إلى عامل الحساسية المناخية الذي لاسبيل لنا لتقديره تقديراً كمياً دقيقاً؛ وعليه فإنّ الهدف المعلن في المؤتمر يبقى غير قادر على حيازة إتفاق كامل (بالحد الأدنى المقبول) فضلاً عن أنه سيكون ذريعة واضحة تشجّع الأطراف المستفيدة من مبيعات الوقود الأحفوري (إشارة إلى الشركات النفطية والجهات المرتبطة بها، المترجمة) على تشجيع الأبحاث العلمية التي تخمّنُ حساسية واطئة من جانب تأثير الوقود الأحفوري في التسبّب بزيادة الإحترار الأرضي.

لكن برغم كلّ اللايقينيات (في العلم كما في أعداد الزيادات السكانية وأنماط السلوكيات الإقتصادية) فإنّ رسالتين على درجة فائقة من الأهمية ينبغي تثبيتهما هنا:

1. الإضطرابات المناطقية في الأنماط المناخية خلال 20 – 30 سنة القادمة ستفاقمُ من الضغوط المفروضة على مصادر الغذاء والمياه، وسوف تتسبّبُ في نشوء «أحداث متطرفة» أكثر من ذي قبلُ، وستطلق شرارة هجرة عالمية غير مسبوقة.

2. إذا مامضينا في إعتماد سيناريوهات إستمرارية «الأعمال التجارية والفعاليات الإقتصادية» كما هي في وقتنا الحاضر، وإذا ماإستمرّ العالم في الإعتماد على الأشكال العديدة المعروفة للوقود الأحفوري فلن يكون في مقدورنا (في وقت متأخر من نهاية هذا القرن) إستبعاد الإحترار العالمي الكارثي، وتحفيز نقاط تحوّل خطيرة ذات مديات بعيد التأثير في الجنس البشري (على شاكلة ذوبان الطبقة الجليدية التي تغطّي منطقة غرينلاند).

لكن حتى هؤلاء الذين يقبلون هاتين الرسالتين النبوئيتين ويوافقون على التسليم بخطر جدي ستأتي به كارثة مناخية بعد قرابة قرن من يومنا هذا فإنهم يختلفون فيما بينهم بشأن الكيفية التي ينبغي لهم التعامل بموجبها واتخاذ الأفعال المناسبة لمواجهة عواقب هذه الكارثة المستقبلية؛ إذ أنّ تقييمهم لمدى طارئية الحالة المناخية وخطورتها سيعتمد على التوقعات الخاصة بالنمو السكّاني والنزعة التفاؤلية الخاصة بالمقدرة التقنية المتعاظمة على إجتراح الحلول المناسبة؛ ولكن ثمة قبل كلّ شيء موضوعة أخلاقياتية ينبغي التعويل عليها قبل سواها، وأعني بها المدى الذي نمتلك فيه المقدرة والرغبة في تحجيم ملذاتنا ومتعنا الحالية لصالح منفعة أجيالنا المستقبلية.

حقّق بيورن لومبورغ **Bjørn Lomborg** التميّز في حياته الأكاديمية والمهنية (إلى جانب إطلاق صفة «الرجل المرعب» عليه من قبل العديد من علماء المناخ في الصحافة العالمية) عبر نشر كتابه **البيئيّ المتشكّك The Skeptical Environmentalist**. أسّس لومبورغ معهداً في كوبنهاغن أسماه **معهد الإجماع Consensus Institute** وأراد له أن يكون ملتقى للإقتصاديين الذين يجمعهم إهتمامٌ مشترك بالمعضلات والسياسات العالمية[14]، ويميلُ هؤلاء الإقتصاديون لاعتماد رؤية إختزالية قياسية؛ لذا فهم يكتبون في واقع الأمر عمّا يمكن أن يحصل للعالم بعد عام 2050. يوجد حقاً خطر ضئيل في إمكانية حدوث كارثة كبرى خلال هذا الأفق الزمني

(الممتد من يومنا هذا وحتى عام 2050، المترجمة)؛ لذا فلن يكون أمراً يبعث على الغرابة إذا ماقلنا أنّ هؤلاء الإقتصاديين يقلّلون من شأن أسبقية معضلة التغيّر المناخي بالمقارنة مع المعضلات الأخرى، وهم لاينفكّون يعلون شأن تقديم المساعدة بشتى الألوان والكيفيات لمساعدة فقراء العالم؛ غير أنّ **نيكولاس ستيرن**[15] **Nicholas Stern** و**مارتن وولتزمان**[16] **Martin Woltzman** يجادلان أنّ إعتماد سياسة معهد الإجماع في كوبنهاغن وتبنّي رؤيته العالمية بشأن هؤلاء الذين سيعيشون حتى القرن الحادي والعشرين إنما ينطويان على دافع سلبي سيدعم هؤلاء الذين لايسعون لاتخاذ أي إستثمار حالي من شأنه المحافظة على الأجيال المستقبلية وحمايتها من التبعات الكارثية لأي سيناريو مستقبلي وبخاصة تلك السيناريوهات الأكثر سوءاً بالمقارنة مع سواها.

تأمّل ملياً في المثال التالي: إفترض أنّ الفلكيين تتبعوا مسار كويكب وخلصوا بنتيجة حساباتهم الرياضياتية أنّ هذا الكويكب سيرتطمُ بالأرض عام 2100، ولم يكونوا في هذا على يقين كامل بل لنقُل بإحتمالية أن يحصل الأمر بإحتمالية مقدارها 10%. هل سيكون في مقدورنا الإسترخاء مسوّغين الأمر بأنّ هذه المعضلة يمكن تأجيلها على الأقلّ لخمسين سنة قادمة تحت ذريعة التفكير بأنّ هذا الكويكب سيخطئ الأرض في كلّ الأحوال؟ لاأظنّ أننا سنفعل هذا الأمر. سيكون ثمة إجماعٌ على ضرورة الشروع في العمل منذ هذه اللحظة الراهنة وبذل أقصى مساعينا لابتداع طرق كفيلة بحرف الكويكب عن مساره أو التخفيف من آثار إرتطامه في أقلّ تقدير.

علينا إدراك أنّ الغالبية العظمى من أطفال اليوم سيكونون على قيد الحياة بحلول عام 2100، وأنّ مسؤولية العناية بهم والإهتمام الحثيث بمستقبلهم أمرٌ يتوجّب أن نشرع فيه اليوم وليس بعد سنة 2050!

6.1. الطاقة النظيفة - وخطّة بديلة «الخطة ب»

لماذا تستجيب الحكومات بهذا القدر الفاضح من الخَدَر والبلادة لمعضلة التهديد المناخي؟ السبب الرئيسي وراء ذلك يكمن في أنّ الهواجس المقلقة بشأن الأجيال المستقبلية (وكذلك بشأن الناس في المناطق الأكثر فقراً في العالم) تميل لأن تتراجع حتى تلبث في مؤخرة قائمة (أجندة) الشواغل الحكومية. ثمّة صعوبة حقيقية في تحفيز المزيد من التخفيضات الجدية في إطلاقات غاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO2 (عبر فرض ضريبة كاربونية على سبيل المثال)، وتتجسّد هذه الصعوبة في أن التأثير المتوقّع لأي إجراء لن تظهر مفاعيله المحسوسة إلا بعد عقود قادمة، كما أن هذا التأثير لن يكون مخصوصاً بمنطقة دون غيرها بل ستمتدّ تأثيراته عبر العالم. جاءت تعهّدات مؤتمر باريس 2015 بالتزام لتجديد وتعديل الضوابط الخاصة بتخفيض إطلاقات CO2 كلّ خمس سنوات، وهذا إلتزامٌ يمثلُ خطوة إيجابية؛ لكنّ الموضوعات التي كانت لها أسبقية في ذلك المؤتمر ستنزلق لتقبع في قعر الأجندات الحكومية (مثل سابقاتٍ لها) مالم تترافق مع دعم شعبي ضاغط ومستديم وبكيفية تجعلها تتوارد بلا هوادة في البريد الألكتروني للسياسيين وفي العناوين الرئيسية للصحافة المحلية والعالمية.

أجرى عالم السايكولوجيا في جامعة ستانفورد **والتر ميتشيل Walter Mischel**، في ستينيات القرن الماضي، عدداً من التجارب الكلاسيكية: قدّم ميتشيل في واحدة من تلك التجارب لمجموعة منتخبة من الأطفال خياراً بين أن يختاروا قطعة واحدة من حلوى معينة فوراً أو أن يختاروا قطعتين منها

إذا ماانتظروا لمدة خمس عشرة دقيقة. إدّعى ميتشيل بعد تلك التجربة أنّ الأطفال الذين إختاروا الإنتظار وتأخير نيل مسرّتهم بالحلوى أبدوا سعادة أعظم من الآخرين كما صاروا شخوصاً بالغين أكثر نجاحاً بالمقارنة مع الآخرين[17]. إنّ هذه المقاربة التمثيلية لهي مثال عن إستعارة مقبولة تمثّل طبيعة المعضلات التي تواجهها الأمم في أيامنا هذه والتي جوهرُها هو الآتي: إذا كانت الحكومات تميلُ لتفضيل المكافأة الفورية قصيرة الأمد فستكون رفاهية الأجيال المستقبلية عُرضةً لخطر مؤكّد وجسيم؛ وعلى هذا الأساس فإنّ أفق التخطيط الحكومي والمؤسّساتي فيما يخصّ البنى التحتية والسياسات البيئية ينبغي أن يمتدّ ليشمل خمسين سنة أو أكثر ابتداءً من اللحظة الراهنة، وإذا ماكنت مهجوساً بشأن رفاهية الأجيال المستقبلية فلن يكون أمراً أخلاقياً أن لاتعير أي اهتمام لمصالح تلك الأجيال بالكيفية ذاتها التي تفعلُها فيما لو كنتَ مطوّراً عقارياً تسعى لإنشاء بناية حكومية. إنّ هذا الإهتمام المتماثل باللحظة الراهنة والمستقبل معاً هو عنصرٌ حاسم في الجدالات الراهنة بشأن السياسة المناخية.

ثمة العديد ممّن يأملون في إنتقالة سلسة وناعمة لحضارتنا إلى مستقبل ذي إطلاقات كاربونية أدنى بكثير من حضارتنا الحالية؛ لكنّ السياسيين لايُبدون تناغماً كبيراً مع هذه الفكرة المأمولة التي تتطلّبُ منهم مقاربة قاسية تنطوي على سياسات فيها الكثير من التغيرات على أنماط الحياة غير المرحّبِ بها (من جانب أرباب الصناعات القائمة، المترجمة) وبخاصة إذا ماكانت الفوائد المتوقّعة لهذه السياسات بعيدة ولن تجتنى إلا بعد عقود عديدة في المستقبل. حقاً إنه أمرٌ أكثر يسراً (من جانب صانعي السياسات) أن يتمّ التركيز على دعم التكيّف مع التغيّر المناخي القائم بدلاً من الشروع في سياسات متشددة تعمل على تخفيف مفاعيله، والسبب واضحٌ: الفوائد المجتناة من اعتماد السياسة الأولى يمكن ملاحظة تأثيراتها في نطاق محلّي، وهذا لايحصلُ مع اعتماد السياسة الثانية. على سبيل المثال: حكومة كوبا، التي تمتلك مساحات ساحلية واهنة إزاء تأثيرات الأعاصير وارتفاع مستوى سطح البحر، إعتمدت خطة مدروسة بعناية للتعامل مع هذه الأعاصير وتغيرات سطح البحر، ويمتد أثر هذه الخطة لقرن كامل من يومنا هذا[18]؛

لكن برغم هذه السياسات البراغماتية ثمة ثلاثة إجراءات (أو لنقل ثلاث مقاربات) يمكنها التخفيف من آثار التغيّر المناخي وتبدو في الوقت ذاته قادرة على الإيفاء بشرط الواقعية السياسية (من جانب السياسيين) وبطريقة يمكنها جعل جميع الأطراف رابحة.

أولاً: بوسع كل البلدان تحسين كفاءة استهلاك الطاقة؛ الأمر الذي يمكّنها من تقليل صرفياتها المالية بمقادير ليست بالقليلة. يمكن توفير حوافز لضمان شيوع تصاميم للبنايات أكثر توافقاً مع فلسفة «الطاقة الخضراء»، وليس هذا الأمر بمقتصر على موضوعة العزل الحراري المحسّن بل يتطلّبُ إعادة تفكّر ونظر في كلّ الطرق الإنشائية أيضاً، ولنأخذ مثالاً على هذا الأمر: عندما يتمّ تهديم مبنى يمكنُ إعادة استخدام بعض المواد الناشئة (مثل الجسور Girders الحديدية والأنابيب البلاستيكية) وبخاصة أنها عناصر إنشائية يصعبُ تآكلها ويمكن إعادة استخدامها، وبالإضافة لهذه الحقيقة يمكن اعتماد تصاميم ذكية للجسور الحديدية بحيث يمكنها تحمّل أحمال كبرى بقدر أقلّ من وزن الحديد المستخدم في تصنيعها، وهذا ممّا يمكّنُ من تقليص الكميات المنتجة والمستهلكة من مادة الحديد. يقدّمُ هذا المثال نموذجاً معيارياً لمفهوم بات يحوز على قدر متعاظم من الإهتمام العالمي، وأعني به مفهوم **الإقتصاد الدائري Circular Economy** الذي يكون الغرض فيه إعادة تدوير استخدام أكبر قدر ممكن من المواد وبالقدر الذي تتيحه التقنيات الراهنة[19].

تعمل التطويرات التقنية على جعل الأجهزة أكثر كفاءة، وسيكون طبيعياً الإستغناء عن الأجهزة القديمة؛ لكن لاينبغي فعل هذا الأمر مالم يكن الربح الناتج في الكفاءة يكفي في الأقلّ للتعويض عن الكلفة الإضافية اللازمة لتصنيع الأجهزة المحدّثة. يمكن تصنيع الأجهزة والسيارات (العجلات بشكل عام) بطريقة قياسية عالمية تتيحُ إجراء عملية التحديث عن طريق الإستبدال المباشر لأجزاء قديمة بأخرى حديثة بدلاً من رمي القديمة والاستغناء عنها، وفي سياق هذه السياسة يمكن تشجيع تصنيع السيارات الكهربائية وجعلها مهيمنة على قطاع النقل الشخصي بحلول عام 2040، وسيكون هذا إنتقالة كفيلة بتخفيض مستويات التلوّث والضوضاء في

المدن؛ لكنّ تأثير هذه السياسة على مستويات غاز CO2 يعتمدُ، بالطبع، على المصدر الذي نعتمده في توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل هذه السيارات عن طريق شحن بطارياتها الخاصة.

كلّ فعلٍ مؤثر يتطلّبُ تغييراً في الترسيمة العقلية: نحن في مسيس الحاجة لإضفاء القيمة على الأشياء التي تدوم طويلاً، وكذلك دفع المنتجين وبائعي التجزئة وتحفيزهم لإعلاء شأن متانة المنتجات واستدامتها. نحنُ في حاجة لأن نصلح ونحدّث الأجهزة بدل أن نرميها ونستغني عنها. الأفعال الضئيلة أو الصغيرة (الرمزية) قد تدفعنا للشعور الطيب؛ لكن هذا لن يكفي! إذا ماإكتفى كل منّا بفعل أشياء صغيرة وحسب فسننجز -مجتمعين- القليل جداً، والعكس صحيح أيضاً: لو فعل كلّ منا أفعالاً كبيرة فسنحقق فعلاً جمعياً كبيراً.

الجانب الثاني في سياسة (الكلّ رابح) هو استهدافُ تحقيق انخفاضات معتبرة في كلّ من غاز الميثان CH4، وانبعاثات الفحم الأسود، وانبعاثات الكلوروفلورو كاربون CFC. هذه الإنبعاثات هي نواتج ثانوية مساهمة في مفاقمة ظاهرة فرط الإحترار الأرضي (ظاهرة البيت الزجاجي)؛ لكنها بخلاف تأثير غاز CO2 فهي تعمل على إحداث تلوّث محلي أيضاً بحيث دفع هذا الأمر السلطات في المدن الصينية الرئيسية، على سبيل المثال، إلى اعتماد حوافز أقوى بغية التقليل من تلك الإنبعاثات الضارة (عانت جهود تخفيض التلوّث في البلدان الأوربية من إعاقة كبرى؛ إذ واجهت هذه الجهود ضغوطاً كبيرة لصالح تعزيز السيارات العاملة بوقود الديزل بسبب إقتصادية هذا الوقود، ولم يتمّ عكس الحال إلا قبل وقت قصير بعد ثبوت إنبعاث جسيمات صغيرة ملوّثة من المحرّكات العاملة بوقود الديزل، وهي جسيمات ثبت بدليل قاطع تأثيرها الممرض على الحياة الصحية في المدن.)

لكنّ العامل الثالث هو الأكثر حسماً وتأثيراً بين العوامل الثلاثة في سياسة الطاقة المقترحة التي ينبغي إعتمادها. يتوجّبُ على الأمم توسيع قاعدة البحث والتطوير (R & D) في كلّ مجالات توليد الطاقة ذات الإنبعاثات الكاربونية الواطئة (الطاقات المتجدّدة، الطاقة النووية المعتمدة على مفاعلات الجيل الرابع، طاقة الإندماج النووي،،،، وسواها)، وكذلك

البحث والتطوير في تقنيات أخرى حيث يكون التطور الموازي فيها حاسماً وبخاصة في ميدان خزن الطاقة واعتماد الشبكات الذكية في توزيع الطاقة، وهذا هو السبب الكامن وراء اعتماد نتيجة من أهم نتائج مؤتمر باريس 2015 وجعلها ترى لمستوى مبادرة عالمية سُمّيت (المبادرة الإبتكارية Mission Innovation) – تلك المبادرة التي أطلقها الرئيس الأمريكي أوباما ورئيس الوزراء الهندي ناريندرا مودي، واعتمدتها دول السبعة الكبار G7 بالإضافة لكل من الهند والصين وإحدى عشرة أمة أخرى بجانبها. المأمول من هذه المبادرة أن تتعهّد هذه البلدان بمضاعفة التخصيصات العامة الموجّهة لحقل البحث والتطوير في قطاعات الطاقة النظيفة بحلول عام 2020 ومن ثمّ تنسيق الجهود بغية تحقيق هذا الهدف. إنّ هذا الهدف المعلن لمؤتمر المناخ في باريس 2015 هو هدف مفرط في تواضعه؛ إذ أنّ نسبة 2% من التخصيصات العامة الحالية الموجّهة لقطاعات البحث والتطوير تُكرّسُ لمواجهة المعضلات المناخية الخطيرة. لماذا لاتكون النسبة نظيرة للنسبة المخصصة للبحث الطبي أو البحث الخاص بالبرامج الدفاعية؟ الواقعُ أنّ (بِل غيتس) وآخرين من المعروفين بكونهم منغمسين في الأعمال الخيرية تعهّدوا بتقديم التزامات مالية تناظرُ الإلتزامات الحكومية الرسمية في هذه الميادين البحثية والتطويرية.

يكمن العامل المعيق الرئيسي في نزع «البصمة الكاربونية» من الإقتصاد العالمي في أنّ توليد الطاقة المتجدّدة لايزال يتطلّبُ أثماناً باهظة، وكلّما تسارعت وتيرة تطوير التقنيات «النظيفة» فسنشهدُ بالمقابل تسارعاً موازياً في إنخفاض أسعار هذه التقنيات إلى حدود تصبح معها في متناول قدرة البلدان النامية على تحمّل أعبائها المالية، وسيكون هذا الأمر أكثر أهمية من الناحية الستراتيجية إذا ماعلمنا أنّ هذه البلدان ستكون في حاجة أعظم للطاقة فضلاً عن أنّ صحة الفقراء ستكون عرضة لمخاطر جمّة بسبب الغيوم الدخانية الكثيفة الناتجة عن حرق الأخشاب أو روث الحيوانات، وكذلك سيكون ثمة ضغط شعبي متعاظم تجاه بناء محطات طاقة تعمل بالفحم.

توفّرُ الشمس قدراً من الطاقة على سطح الأرض يفوقُ خمسة آلاف مرة الحاجة البشرية الكلية من الطاقة، وتتركّزُ طاقة أشعة الشمس الوهّاجة في

مناطق آسيا وأفريقيا حيث تتزايد التوقّعات بتزايد وتيرة الطلب على الطاقة، وبخلاف الوقود الأحفوري فإنّ الطاقة الشمسية لاتنتِجُ تلوّثاً، وليس فيها ثمة عمّالُ مناجم يمكن أن يقتلوا أثناء العمل، وكذلك بخلاف طاقة الانشطار النووية لاتتركُ الطاقة الشمسية مخلّفاتٍ مشعّة. تمثلُ الطاقة الشمسية خياراً طاقوياً تنافسياً في أيامنا هذه في آلاف القرى الهندية والأفريقية التي لاتصلها شبكات الطاقة الكهربائية؛ لكن على المستوى التجاري الواسع تبقى الطاقة الشمسية أبهظ ثمناً من أنواع الوقود الأحفوري، ولايمكن في وقتنا هذا جعل الطاقة الشمسية متاحة على نطاق واسع إلا مع اعتماد جملةٍ واسعة من المحفزات الإقتصادية؛ لكن هذه المحفزات لايمكن أن تستمر إلى الأبد ولابد أن تبلغ نهايتها في يومٍ ما من المستقبل.

إذا ماكان مطلوباً من الشمس (أو الرياح) أن تكون المصدر الرئيسي في طاقة العالم فيتوجّبُ أن نبتكر طريقة ما لتخزين هذه الطاقة بحيث تكون متاحة في الليل أو في الأيام التي لاتهبّ فيها الرياح. خُصّصت في وقتنا الحاضر إستثمارات ضخمة في تحسين البطاريات المخزّنة للطاقة: في اواخر عام 2017 قامت شركة SolarCity العائدة للمخترع والمستثمر العالمي **إيلون ماسك Elon Musk** بتشغيل عدد كبير من بطاريات أيون الليثيوم بطاقة تصلُ لمائة ميغاوات في موقع ما من جنوب أستراليا. الوسائل الأخرى المتاحة حالياً في تخزين الطاقة فتتضمّنُ تقنيات على شاكلة التخزين الحراري، المتسعات التخزينية، الهواء المضغوط، العجلات الدوارة الضخمة، الملح السائل، الماء المضغوط، الهايدروجين.

شكّلت الإنعطافة التي أحدثها التحوّل نحو السيارات الكهربائية دافعاً قوياً لتطوير تقنية البطاريات (المتطلبات الخاصة بتطوير بطاريات السيارات الكهربائية أكثر مشقة وتطلباً بالمقارنة مع مزارع البطاريات الشمسية التي تستخدمُ في توليد الطاقة الكهربائية المستخدمة لأغراض أخرى من حيث محدّدات الوزن وسرعة إعادة الشحن). سنكون في حاجة كبيرة لتوليد تيار كهربائي مباشر عالي الفولتية HVDC في شبكات الكهرباء التي تنتجها مزارع البطاريات الشمسية الضخمة وذلك بغية نقل الطاقة الكهربائية بطريقة كفوءة إلى مسافات بعيدة، وينبغي ان تكون هذه الشبكات في المدى

البعيد عابرة للقارات transcontinental بحيث يمكن نقل الطاقة الكهربائية الشمسية من شمال أفريقيا وإسبانيا إلى الشمال الأوربي الأقل عرضة للأيام المشمسة، وكذلك يمكن نقل الطاقة الكهربائية الشمسية من الشرق إلى الغرب بحيث تكون متوافقة مع أوقات طلب الذروة خلال أوقات مختلفة بين شمال أمريكا ويورو-آسيا. من الصعب للغاية التفكير في تحدٍّ أكثر إلهاماً للمهندسين الشباب من تطوير منظومات جديدة للطاقة النظيفة تتوافق مع احتياجات العالم.

الطرق الأخرى في توليد الطاقة (غير الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) تعتمد على التموضعات الجغرافية. توجد الطاقة الحرارية الجوفية Geothermal Energy حالياً في آيسلندا، كما يمكن ان تكون طاقة الأمواج البحرية Wave Energy ذات جدوى تجارية لكنها بالطبع تماثل طاقة الرياح من حيث عدم توفرها دوماً على مدار الساعة. يبدو تدجين الطاقة المحتواة في تيارات المد البحرية أمراً جذاباً؛ فهي ترتفع وتهبط بطريقة يمكن التنبؤ بها؛ لكنها تظلُّ غير واعدة في الحقيقة باستثناء مناطق قليلة حيث يمكن للطوبوغرافيا الأرضية إحداثُ تيارات مدّية عالية.

ترى التوقعات الحالية أننا سنكون في حاجة لعقود عديدة قبل أن تصبح الطاقة النظيفة قادرة على الإيفاء بكل احتياجاتنا وبخاصة في العالم النامي، وعلى سبيل المثال لو أنّ الطاقة الشمسية وتقنيات تخزين الطاقة باستخدام الهايدروجين وبطاريات تخزين الطاقة كانت غير كافية للإيفاء بالمتطلبات البشرية المتزايدة فسنكون في حاجة لاعتماد دعم استثنائي لها بحلول منتصف القرن (الحادي والعشرين، المترجمة). ستكون طاقة الغاز الطبيعي حلاً مقبولاً إذا مااقترنت مع تقنية حجز الكاربون (اقتناص الكاربون وتخزينه CCS) حيث يتم استخلاص الكاربون من الغازات المنبعثة من محطات توليد الطاقة، ومن ثم يتمّ نقل غاز CO2 إلى حيث يتمّ تخزينه بصورة دائمية تحت الأرض.

ثمة رأي جوهريُ بأنّ من المفيد لنا تقليل تركيز غاز CO2 وأعادته إلى تركيزه الذي ساد قبل حقبة التصنيع الكثيف، أي بعبارة أخرى عدم الإكتفاء بحجز الغاز المنبعث من محطات توليد الطاقة المستقبلية بل

أيضاً «إمتصاص» ماانبعث من هذا الغاز في القرن السابق (القرن العشرين، المترجمة).

ماهو دور القدرة النووية في معضلة الطاقة العالمية؟ أفضّلُ من جانبي أن يكون لدى كلّ من المملكة المتحدة والولايات المتحدة –في أقلّ تقدير– برنامج لإحلال جيل جديد من محطات الطاقة النووية محلّ المحطات القديمة؛ لكنّ المخاطر المتوقعة من حصول حادثة نووية، حتى لو كانت هذه الحادثة غير محتملة، تتسبّبُ في إشاعة الكثير من القلق؛ لذا فإنّ الرأي الشعبي والسياسي الحكومي بشأن استخدام الطاقة النووية يظلّ رأياً رجراجاً غير مستند على أرض صلبة. طغت عقب كارثة فوكوشيما النووية عام 2011 مشاعر عالمية بالضد من استخدام الطاقة النووية، ولم تقتصر تلك المشاعر على اليابان بل شاعت ايضاً في ألمانيا (وهو أمر لايدعو للدهشة)، وبالإضافة لهذا فليس بمقدور المرء أن يشعر بالإطمئنان والراحة بشأن أي برنامج عالمي للطاقة النووية مالم يتمّ وضع وفرض ضوابط عالمية صارمة على مراكز توريد اليورانيوم المخصّب (اللازم لعمل محطات الطاقة النووية الشائعة عالمياً، المترجمة) فضلاً عن ضوابط عالمية صارمة مماثلة لكيفية التعامل مع المخلّفات النووية وطرق تخزينها.

برغم النظرة الثنائية المتقاطعة بشأن الإستخدام العالمي واسع النطاق للطاقة النووية فإنّ من المناسب الشروع في برنامج طموح في ميدان البحث والتطوير الخاص بمفاهيم جديدة في تصميم وتشغيل مفاعلات نووية من الجيل الرابع والتي من المتوقّع أن تكون أكثر مرونة من حيث الحجم واكثر سلامة في التشغيل. ظلّت الصناعة النووية في سبات عميق –نسبياً– في السنوات العشرين الماضية، والتصميمات الخاصة بالمفاعلات النووية العاملة في وقتنا الحاضر تعود إلى ستينات القرن الماضي أو حتى أبعد من ذلك التأريخ، ويتطلّب الأمر على وجه الخصوص دراسة وافية لاقتصاديات التشغيل الخاصة بمفاعلات جديدة قياسية صغيرة الحجم يمكن بناؤها بأعداد كثيرة وتكون صغيرة إلى حدود يمكن معها تجميعها في مصانع خاصة قبل نقلها إلى مواقع وجهتها النهائية، وبالإضافة لهذا يمكن إجراء مراجعة جدية مستفيضة لبعض تصميمات المفاعلات النووية التي شاعت

في ستينيات القرن الماضي وبخاصة تلك المسمّاة (المفاعلات العاملة بعنصر الثوريوم) والتي تمتلك مزية كون عنصر الثوريوم أكثر وفرة في القشرة الأرضية من عنصر اليورانيوم، فضلاً عن كون هذه المفاعلات تنتج مخلفات أقلّ خطورة من مخلفات مفاعلات اليورانيوم.

توالت المحاولات الحثيثة لترويض طاقة الإندماج النووي (وهي العملية التي تزوّد الشمس بالطاقة اللازمة) منذ خمسينيات القرن الماضي؛ لكنّ تأريخ هذه المحاولات ينطوي على آفاق غير مبشرة بنجاح قريب؛ إذ أنّ التطبيق التجاري لطاقة الإندماج النووي لايزال أمامه في الأقلّ ثلاثون سنة لينال النجاح المرتقب. يكمن التحدّي الكبير في توليد طاقة الإندماج النووي في استخدام مجالات مغناطيسية هائلة لحصر البلازما المتأينة بدرجات حرارة عالية تبلغ ملايين الدرجات المئوية (تماماً مثلما هو الحال في قلب الشمس) وكذلك في تخليق مواد مناسبة للمفاعل الإندماجي بحيث تستطيع مقاومة فعل الإشعاع طويل الأمد. مفاعلات الطاقة النووية الإندماجية عظيمة التكلفة؛ لكنّ كلفتها العالية لاتُقارَنُ بالعوائد العظيمة المنتظرة منها والتي تجعلُ الإستمرار في التجارب وبناء النماذج التجريبية الأولية من هذه المفاعلات أمراً مستحقاً لكلّ الأعباء المالية والجهود البشرية. الجهد الأعظم الخاص بهذا النوع من المفاعلات هو المفاعل النووي الحراري التجريبي العالمي ITER في فرنسا، وثمة مشاريع مشابهة له لكنها بمقاييس أصغر ويجري تطويرها في كوريا (الجنوبية) والمملكة المتحدة والولايات المتحدة.

***

ماالذي سيحدث للتغير المناخي (بتأثير هذه التطويرات الخاصة بمصادر الطاقة)؟ يميل تخميني المتشائم إلى أنّ الجهود السياسية لجعل توليد الطاقة عملية خالية من الإنبعاثات الكاربونية لن يحصل على الدفع المطلوب، وأنّ تركيز غاز CO2 في جو الأرض سيتزايد بمعدل متسارع في السنوات العشرين القادمة حتى لو تمّ الإيفاء بتعهّدات مؤتمر باريس المشار إليه

سابقاً؛ لكننا سنعلم حينها بيقين أكبر (مستندين على بيانات لمديات زمنية طويلة، وعلى نمذجة أفضل من سابقاتها) كم هو فاعلٌ التأثير الإسترجاعي الناجم عن بخار الماء والغيوم؛ فإذا ماكانت «الحساسية المناخية» واطئة فيمكننا حينئذ أن نلتقط أنفاسنا ونسترخي بعض الشيء، وفي حالة كانت هذه الحساسية المناخية عالية بحيث صار المناخ يبدو وكأنه دلف في نمط خطير غير انعكاسي منذر بخطير العواقب فربما حينها ستنشأ بالضرورة حالة من الضغط الشعبي لمواجهة هذه النذر المسببة للهلع الجمعي على مستوى العالم، ويمكن لهذا الضغط أن ينتهي باعتماد خطة طاقوية جديدة (الخطة ب) والتي مفادُها أنّ العالم سيُصابُ في مقتلة شنيعة إذا ماتواصل اعتماده على أنواع الوقود الأحفوري المعروفة مالم يعمد إلى إعتماد خطة ثورية غير مسبوقة لمكافحة تأثيرات إطلاق غاز CO_2) في جوّ الأرض وكذلك تخصيص استثمارات ضخمة لحجز الكاربون الناتج من محطات الطاقة الأحفورية التقليدية وتخزينه بطرق إقتصادية مناسبة.

المسألة الإشكالية الأخرى المثيرة للجدل هي أنّ المناخ يمكن السيطرة عليه بطريقة فعالة باللجوء إلى الهندسة الجيولوجية[20]، وأنّ التسخين الناتج عن «غازات الدفيئة» يمكن مواجهته وعكس تأثيره الضار باللجوء -على سبيل المثال- إلى نشر إيروزولات (جزيئات دقيقة، المترجمة) عاكسة في طبقة الغلاف الجوي (الأتموسفير) العليا، أو حتى نشر مظلات شمسية في الفضاء العميق.

هذه الحقبة التي نعيش فيها، وكما أكّدتُ في الفصل الأوّل، هي الحقبة الأولى التي صار بمستطاع البشرية فيها التأثير الفاعل في كامل المستوطنة الأحيائية على كوكب الأرض وبكل عناصرها المعروفة: المناخ، النطاق الحيوي، توفير إمداداتٍ مستديمة من المصادر الطبيعية. التغيرات البنيوية في المستوطنة الأحيائية في حقبتنا هذه تحدث على مقياس زمني يُقاسُ بالعقود، وهذه فترة زمنية أسرع بكثير ممّا كان يحصل في الحقب الجيولوجية السابقة؛ لكنّ هذه التغيرات البنيوية من جانب آخر تبقى بطيئة بما يكفي بما يوفّرُ لنا (بصورة جمعية أو على مستوى كل دولة) مايكفي من الزمن لاتخاذ استجابة مناسبة.

يتوجّبُ علينا دوماً أن نكون دعاةً مبشّرين للتقنيات الجديدة التي في غيابها سنفتقدُ إلى الكثير ممّا يجعلُ حيواتنا الحالية أفضل من حيوات أجيالنا السابقة. لايستطيع العالَمُ في غياب التقنية توفير الغذاء والطاقة المستدامة لهذه الأعداد المتكاثرة من سكّانه والتي لاتفتأ متطلباتها المعيشية تتعاظم يوماً بعد آخر؛ لكننا في حاجة إلى حكمة مستنيرة لتوجيه هذه التقنيات الجديدة الوجهة المطلوبة: منظومات الطاقة المتجدّدة، التطويرات الطبية، إنتاج الغذاء باستخدام التقنيات المتقدمة (اللحم الإصطناعي وسواه)،،، هذه كلها وسواها أهداف حكيمة؛ لكن برغم ذلك يمكن للإنعطافات العلمية والتقنية الكبرى أن تحدث بوتيرة سريعة وبكيفية تتجاوز قدرتنا على التنبؤ الدقيق بمفاعيلها التي قد نكون غير قادرين على التعايش معها بصورة مقبولة. ستمثّل هذه التقنيات ونظائرها تحدياً لكيفية تطويع هذه التقنيات بحيث نستفيد أعظم الإستفادة الممكنة من منافعها ونتجنّبُ جوانبها السلبية، وستكون التعارضات والصراعات بين الآمال المُرتجاة من هذه التقنيات الجديدة والأخطار الناجمة عنها هي الموضوعة التي سأخصّها بالشرح في الفصول القادمة.

-2-
مستقبل الإنسانية على الأرض

2. 1: التقنية الحيوية

يُذكَرُ (روبرت بويل) بأفضل مايكون عليه الذكرُ في يومنا الحاضر بسبب قانونه الأشهر (قانون بويل) الذي يربط بين ضغط الغازات وكثافتها. كان بويل واحداً من «السادة (الجنتلمانات) العباقرة والشغوفين الممتلئين بالفضول المعرفي» الذين أسّسوا، عام 1660، الجمعية الملكية اللندنية التي لازالت موجودة حتى يومنا هذا تحت مسمّى أكاديمية المملكة المتحدة للعلوم. هؤلاء السادة النبلاء (ولم يكن مِنْ إمرأة بينهم) أسبغوا على أنفسهم توصيف «فلاسفة طبيعيين **Natural Philosophers**» (لم يكن مصطلح «عالِم **Scientist**» قد وجِد بعدُ؛ فقد ظهر مع مقدم القرن التاسع عشر). هؤلاء الفلاسفة الطبيعيون، وبكلمات (فرانسيس بيكون) الذي أثّرت كتاباته تأثيراً عميقاً فيهم، كانوا «تُجّار الضوء» الساعين لطلب التنوير حبّاً به ولذاته؛ لكنهم كانوا في الوقت عينه أناساً عمليين تشغلهم معضلات زمانهم، ويتطلّعون (إذا مااقتبسنا كلمات بيكون ثانية) لِـ «إشاعة الراحة في مملكة الإنسان».

كان بويل عبقرياً متعدّد الإهتمامات، وقد وُجِدت عقب موته عام 1691 ملاحظة مكتوبة بخطّ يده بين أوراقه، دوّن فيها «قائمة رغبات» من المكتشفات التي رأى بويل بأنها ستكون ذات نفعٍ عام للجنس البشري[1]. عبّر بويل في هذه القصاصة، وبالطريقة الغريبة المستخدمة في زمانه، عن تصوّراته لبعض التطوّرات التي صارت واقعاً متحقّقاً في يومنا، وثمة البعض الآخر منها التي لازالت مستعصية على التحقق بعد ثلاثة قرون (من وقت بويل، المترجمة). أدناه بعضاً من قائمة تطلّعات بويل:

- إطالة الحياة

- إستعادة الشباب، أو البعض من علاماته في أقلّ تقدير، مثل: سِنّ جديد، شَعْرٌ جديد بنفس لون شعر الشباب
- فنّ الطيران
- فنّ البقاء طويلاً تحت الماء، والإبقاء على الوظائف الحيوية بحُرّية هناك
- قوة جسدية وخفّة حركية عظمى للجسد البشري كتلك التي نشهدها عند الأناس المصروعين والهستيريين
- التعجيل بإنتاج الأشياء (النباتية، المترجمة) من البذور
- صناعة العدسات ذات القطع المكافئ والإهليليجي
- طريقةٌ محدّدة أكثر إمكانية في التطبيق العملي لإيجاد خطوط الطول
- عقاقير قوية فعّالة لإطالة أمد الخيال وتكثيفه، وفعل الشيء ذاته مع كلّ من: المشي، الذاكرة، ووظائف أخرى، وكذلك تخفيف الألم، واستجلاب النوم غير الضار والأحلام غير المؤذية، إلخ
- ضوءٌ دائمي
- تحويل النوع في المعادن، والحيوانات، والنباتات الخضرية
- بلوغ تخومٍ أبعد
- التحرّر من ضرورة الحاجة إلى الكثير من النوم باستخدام فعالية الشاي، ومايحدث عند مجانين الناس، واللجوء إلى المُنشّطات التي تُبقي المرء يقِظاً.[2]

إنّ كلّ من عاش عصر بويل في القرن السابع عشر ستتملّكه دهشة عارمة إذا ماشهد العالم الحديث – دهشة أعظم بكثير ممّا ستتملّك من عاش العصر الروماني فيما لو شهد عالَمَ بويل، والأكثر إثارة للدهشة هو أنّ العديد من التغيّرات لازالت تحصل في عالمنا بوتيرة متسارعة. التقنيات الجديدة غير المسبوقة –التقنية الحيوية، التقنية السّايبرية، تقنيات الذكاء الإصطناعي– ستتكفّل بتحقيق تحوّلات بطرقٍ عصية على التخمين في وقتنا الحاضر حتى

ولو لعقد مقبل من الزمان فحسب، وقد تقدّمُ هذه التقنيات حلولاً جديدة للمآزق التي تهدّدُ عالمنا المزدحم؛ لكن من جهة أخرى قد تخلق هذه التقنيات ذاتها معضلاتٍ تتسبّبُ في هِناتٍ تجعلُ طريقنا أكثر مشقة في هذا القرن. سيعتمد التطوّر اللاحق والمتزايد على مكتشفات مستجدّة تتيحها لنا المختبرات البحثية؛ لذا فإنّ سرعة التطوّر التقني ستبقى دوماً مسألة عصية على التخمين وعلى نحوٍ يختلف -على سبيل المثال- مع ماحصل في الطاقة النووية التي إعتمدت على التطوّر المتسارع في فيزياء القرن العشرين، وكذلك مع ماحصل في تحوّلات القرن التاسع عشر التي جاءت بفعل البخار والكهرباء.

الإتّجاه الرئيسي في حقل التقنية الحيوية تمثّل في الإنخفاض الحاد في كلفة تحديد الترتيب التسلسلي للجينوم **Sequencing the Genome**. كانت «النسخة الأولى من الجينوم البشري» تُعدُّ ضمن (العلوم الكبيرة عالية التكلفة) التي جاءت بصيغة مشروع عالمي تكلّفت ميزانيته ثلاثة بلايين دولار، وقد أعلِن عن اكتماله في مؤتمر صحفي بالبيت الأبيض في حزيران (يونيو) 2000؛ غير أنّ كلفته هبطت عام 2018 لتغدو في حدود أقلّ من ألف دولار، وستصبح عمّا قريب إجراءً عادياً (روتينياً) بحيث أنّ كلّ فردٍ ستُتاحُ له إمكانية الحصول على الترتيب التسلسلي لجينومه البشري؛ الأمر الذي يطرحُ إشكالية التساؤل: هل نرغب جميعنا في معرفة حقيقة أن نكون حاملين للجينات التي يمكن أن تخلق فينا ميلاً معيّناً للإصابة بأمراض محدّدة.[3]

لكن ثمّة تطوّرٌ موازٍ في الوقت الحاضر: القدرة الأسرع والأقلّ تكلفة في تركيب الجينومات؛ فقد حصل عام 2004 أن تمّ تخليق فايروس شلل الأطفال – الأمر الذي يشي بأمور كثيرة منذرة (بالخطر أو بالأمل، المترجمة) ستأتي في قادمات الأيّام. تطوّرت هذه التقنية تطوّراً عظيماً عام 2018: كريغ فينتر، رجل الأعمال الأمريكي والعامل في مجال التقنية الحيوية راح يطوّرُ **مُخلّقاً جينياً Gene Synthesiser** هو في واقع الحال طابعة ثلاثية الأبعاد للشفرات الجينية، وحتى لو إستطاعت هذه التقنية إعادة إنتاج جينومات قصيرة فسيكون في المستطاع خلق تطبيقات مختلفة لها: فعلى سبيل المثال سيكون متاحاً نقل «الشفرة» الخاصة بلقاحٍ ما بطريقة ألكترونية عبر شبكات

الإتصال العالمية ممّا يمكّنُ الحصول على توزيع عالمي فوري للّقاح الذي تمّ تخليقه لمواجهة جائحة وبائية جديدة.

لايُبدي الناس في العادة أيّ ارتياحٍ تجاه المبتكرات التي تبدو «مضادة للطبيعة»، وقد تأتي معها بمخاطر محتملة. التلقيحات وعمليات زرع القلب، على سبيل المثال، أثارت الكثير من التساؤلات الإشكالية في الماضي، وفي الأوقات الراهنة صار القلق مركّزاً على بحوث الأجنّة، وزراعة المايتوكوندريا (بيوت الطاقة في الخلايا، المترجمة)، والخلايا الجذعية، وقد تابعتُ من جانبي، وبصورة مدقّقة وعن قرب، الجدالات النقاشية في المملكة المتحدة والتي قادت في نهاية الأمر إلى تشريع القوانين التي تسمح بإجراء التجارب على الأجنّة التي لاتتجاوز من العمر أربعة عشر يوماً. تعامل الجميع مع هذه النقاشات بكياسة مقبولة، واتسمت جميع النقاشات بالمُداخلات البنّاءة بين الباحثين وأعضاء البرلمان والدوائر الواسعة من عامّة الناس؛ لكن هذا التوافق لم يمنع وجود معارضة من جانب الكنيسة الكاثوليكية التي راح البعض من ممثليها يوزّعون منشورات تصوّر الجنين البالغ أربعة عشر يوماً من العمر «مخلوقاً» بشرياً صغيراً مكتملاً في هيكلته البشرية. من جانبهم أكّد العلماء، وبطريقة صحيحة ومُحِقّة، كم كانت مضلّلة هذه المقاربة من جانب الكنيسة الكاثوليكية؛ إذ أنّ الجنين في هذا الطور المبكّر من حياته لايعدو أن يكون في واقع الأمر مجموعة خلايا دقيقة (مايكروسكوبية) غير قابلة للتميز؛ لكن مع ذلك فقد ردّ المُعارِضون الأكثر تطرّفاً بقولهم: «نعم، نحن نعلم هذا؛ لكن يظلّ الجنين كينونة مقدّسة»، وهذا إعتقادٌ لم يكن بمستطاع العلم تقديم حُجّة مضادة إزاءه.

بخلاف الحالة أعلاه فإنّ المحاججة النقاشية بشأن المحاصيل الزراعية والحيوانات المعدّلة وراثياً جرى التعامل معها بطريقة أهدأ ممّا حصل مع الأجنة البشرية في المملكة المتحدة، وحتى قبل أن يحوز العامّة قدرة على المشاركة الكاملة في هذا الموضوع فقد جرى تثبيت هدنة عُقِدت بين شركة (مونسانتو **Monsanto**) –وهي شركة عملاقة تتعاطى مع البذور الزراعية والكيمياويات الخاصة بالزراعة– وبين الناشطين البيئيين. أتّهِمَت مونسانتو بأنها تستغلّ المزارعين في العالم النامي عبر إرغامهم على شراء

البذوز الزراعية سنوياً، وتأثّر قطاعٌ عام واسع من الناس بحملة صحفية دعت إلى مقاطعة «أغذية فرانكشتاين». كان ثمة عامل «هزلي» أقرب للفكاهة المتسمة بالسخرية المرّة بين أوساط الناس إذا ماعلموا بإمكانية العلماء على تخليق أرانب تستطيع التوهّج في الظلمة، وهذا الشعور أقرب مايكون لنسخة مضاعفة من شعورنا بالمرارة عندما نتحسّسُ الإستغلال الذي يقع على حيوانات السيرك. بالرغم من حقيقة أنّ الأغذية المعدّلة وراثياً باتت غذاءً طبيعياً يستهلكه ثلاثمائة مليون من الأمريكيين لعقد كامل ومن غير أية عواقب مؤذية ملحوظة فإنّ هذه الأغذية لازالت خاضعة لحظرٍ قاسٍ في بلدان الإتحاد الأوربي حتى يومنا هذا، وكما ذكرنا من قبلُ (في القسم 1.3 من هذا الكتاب) فإنّ توفير المواد الغذائية المعدّلة وراثياً للأطفال الذين يعانون سوء تغذية بقصد علاج العلل الناجمة عن السوء التغذوي لديهم لم يزل أمراً يلقى الإعاقة الكبرى من جانب المنافحين عن الشعارات الداعية للوقوف بالضد من هذا الصنف من الأغذية. لكن بالرغم من هذا ثمّة هواجس مقلقة كثيرة مفادُها أنّ تقليل التنوّع الوراثي –الذي يتسبّبُ به شيوع الأغذية المعدّلة وراثياً، المترجمة– في المحاصيل الزراعية الأساسية (قمح، شعير، ذرة،،، إلخ) إنما يمثل عامل خطورة قد يؤدّي إلى إضعاف قدرة هذه الحبوب الغذائية على مقاومة الأمراض.

يمكن للتقنية الجديدة الخاصة بإعادة ترتيب التسلسل الجيني، وهي التقنية الموصوفة **كريسبر / الحالة 9 (CRISPR / Cas9)** أن تعمل على تعديل الترتيبات الجينية بطريقة أكثر مقبولية من التقنيات السابقة لها: تقوم هذه التقنية بإحداث تغييرات صغرى في الترتيب التسلسلي في جزيئات الـ DNA بقصد كبح (أو تعديل طريقة التعبير عن) الجينات المؤذية، وهي إذ تفعل هذا فإنها «لاتتجاوز الحدود الفاصلة للنوع البشري» لأنّ كلّ ماتفعله هو الإستخدام الحميد وغير الإشكالي في تحوير التسلسل الجيني بطريقة تمكّنُ من إزالة الجينات المفردة التي تتسبّبُ في أمراضٍ محدّدة.

يوفّرُ التخصيب المختبري **IVF** في الوقت الحاضر طريقة أقلّ توغلاً في الخلايا البشرية بالمقارنة مع طريقة CRISPR / Cas9 في السعي لاستبعاد الجينات المُمرِضة. يتمّ في هذه الطريقة (التخصيب المختبري)،

وبعد المعالجة الهورمونية التي تستحثُّ التبويض، إنماءُ عدة بويضات من تلك المخصّبة مختبرياً ويُسمَحُ لها بالنموّ إلى الأطوار التطوّرية الأولى، ثمّ تفحَصُ خلية من كلّ جنين بقصد الكشف عن أي جين غير مرغوب فيه، ويتمّ بعدها زراعة أيّ واحد من تلك الأجنة الخالية من الجينات الممرِضة في رحم الأم بغية استكمال أشواط الحمل الطبيعي.

تتوفّر في الوقت الحاضر تقنية مختلفة عن تينك التقنيتين، وفي هذه التقنية يمكن استبدال مجموعة محدّدة من الجينات المعطوبة. توجد بعض المادة الوراثية الخلوية في تركيبات عضوية صغيرة تدعى (**المايتوكوندريا Mitochondria**)، وهي مفصولة عن نواة الخلية، وإذا ماكان الجين المعطوب موجوداً في المادة الوراثية التي تحتويها المايتوكوندريا فسيكون من الممكن حينها إستبدال تلك المايتوكوندريا المعطوبة بأخرى سليمة من أنثى غير الأم؛ الأمر الذي ينشأ عنه «**أطفالٌ بثلاثة والِدين Three – Parent Babies**». أجيزت هذه التقنية قانونياً من قبل برلمان المملكة المتحدة في عام 2015، والخطوة اللاحقة ستكون إستخدام إعادة ترتيب التسلسل الجيني لجزيء الـ DNA في نواة الخلية ذاتها.

يوجد في العقل الجمعي تمييز حاد بين التداخلات الطبية الإصطناعية التي تستأصلُ شيئاً مؤذياً وبين تلك التداخلات التي توظّفُ تقنيات طبية بقصد توفير «**تعزيز enhancement**» أعظم للكائن البشري. إنّ معظم الخصائص البشرية (الحجم، الذكاء،،، إلخ) هي خصائص محدّدة بواسطة تجمّع من جينات عدّة، وعندما يكون الـ DNA لملايين البشر مُتاحاً (أي خريطة الجينوم البشري، المترجمة) فسيمكن حينئذ، وباستخدام منظومة تمييز الأنماط المدعمة بتقنيات الذكاء الإصطناعي، تحديد تلك التشكلات الجينية التي تحدّد الخصائص البشرية، وفي المدى القصير يمكن لهذه المعرفة أن تُستَخدَمَ في إختيار الأجنة الصالحة للتخصيب المختبري؛ غير أنّ تعديل وإعادة تصميم الجينوم يبقى تطلّعاً أبعد (وبالطبع أكثر خطورة وإثارة للهواجس والشكوك)، وليس بمستطاعنا الحديث عن «تصميم الأجنة» بكلّ ماتعنية الكلمة من معنى درامي مباشر إلا بعد إتمام العملية التي وصفناها أعلاه (وكذلك عندما يكون متاحاً تحقيق الترتيب التسلسلي المرغوب في الـ

DNA بطريقة إصطناعية). إنّه لأمرٌ مكتنفٌ بالدهشة الكبرى إذا ماصرّحنا بأنْ ليس من الواضح حتى اليوم كم ستكون مديات رغبة الوالدين في الحصول على «ذرّية» معزّزة وراثياً بالطريقة الإصطناعية التي وصفناها فيما سبق (في مقابل التقنية الأكثر جدوى القائمة على التداخل الإصطناعي في تحقيق التعديل على الجين المفرد سعياً وراء كبح الميل لإصابة الجنين المستقبلي بعللٍ أو إعاقات محدّدة). تأسّس مخزن إختيار الأجنة في كاليفورنيا في ثمانينات القرن العشرين في مسعى لتمكين الآباء من الحصول على «أجنّة مصمّمة إصطناعياً»، والحقّ أنّ هذا المخزن ماكان سوى بنكٍ لعيّناتٍ من السائل المنوي المُتبرَّع بها من مجموعة «نخبوية» من حَمَلَة جائزة نوبل، ومن هؤلاء (وليام شوكلي) أحد المخترعين للترانسيستور والحاصل على جائزة نوبل والذي حاقت به سمعة سيئة في طور متأخر من حياته بسبب دعمه الكبير **لعلم تحسين السلالة البشرية Eugenics**، وقد دُهِش شوكلي – مثلما سنندهش نحن أيضاً إذا ماتوقّعنا أن فعله ذاك سيُقابَلُ بإمارات الإمتنان وجميل الصنيع– عندما علم بأن لاطلب كبيراً على تلك السوائل المنوية لحاملي نوبل.

إنّ التطوّرات الحثيثة في الطب والجراحة التي تمّ تحقيقها حتى اليوم –فضلاً عن تلك التي نتوقّع بثقة كبرى تحقيقها في العقود القادمة– سيتمّ التهليل لها وتعظيم شأنها باعتبارها بركة خالصة تحصّلتها البشرية؛ لكنها ستعمل برغم كلّ هذا التهليل على تعميق حدّة بعض الموضوعات الأخلاقية ذات الطبيعة الإشكالية، وستزيد هذه الإنجازات المتحققة بخاصة من حدة الإشكاليات الخاصة بالتداخلات العلاجية لهؤلاء الذين في بواكير حياتهم أو في خواتيمها (إشارة إلى الأجنة والطاعنين في السن، المترجمة). إنّ إطالة مدى الأعمار البشرية لهو أمرٌ مرحّبٌ به دوماً؛ لكنّ ماقد يصبح موضوعة أكثر إشكاليةً يتجسّد في الفجوة التي لاتفتأ تتعاظمُ بين موضوعتيْ (كم هو المدى العُمري الطويل الذي نستطيع أن نحيا فيه حياة صحية) و(كم هو المدى العمري الذي نستطيع به إطالة شكلٍ من أشكال الحياة باللجوء إلى ترتيبات إجرائية متطرّفة). يرغب الكثيرون منّا أن يختاروا عدم اللجوء إلى أيّ من إجراءات تدعيم الحياة، والإكتفاء فحسب بالعلاجات التسكينية،

متى ما هبطت نوعية حياتهم وتطوّرها المرضي تحت حدّ عتبة معيّنة، وهم في هذا لايطيقون التشبّث ببضع سنوات إضافية في مقابل الخشية المتعاظمة من الخرف المتزايد، ونقص الموارد، والوقوع في براثن الرغبة في الحصول على تعاطف الآخرين، وبطريقة مماثلة ينبغي للمرء مساءلة مدى جدوى الجهود المبذولة لإنقاذ حيوات الأطفال الرُضع الخدّج إلى حدود كبيرة أو المصابين بتلفٍ عضوي أو جيني غير قابل للعلاج؛ فعلى سبيل المثال حاول فريق من جرّاحي المملكة المتحدة عام 2017، وبكثير من التفاني وحسّ الإلتزام، إنقاذ حياة مولودٍ حديث خرج إلى الدنيا بقلبٍ يقع خارج جسده (وقد فشلت المهمة رغم كل الجهود والموارد المبذولة، المترجمة).

إعتمدت بلجيكا، هولندا، سويسرا، والعديد من الولايات الأمريكية تشريعاً قانونياً يقضي بمشروعية (**الموت المعزّز Assisted Dying**)، وبموجب هذا التشريع القانوني يمكن السماح للمريض المعتلّ بعلّة مميتة في أطوارها النهائية، ومتى ماكان في كامل أهليته العقلية، أن يتلقى المساعدة المناسبة التي تتيح له الموت بسلام، وهنا يمكن لأقارب المريض أو الأطباء أن يقوموا بالإجراءات المناسبة والضرورية من غير التهديد بتعريضهم إلى المساءلة القانونية باعتبارهم (ساعدوا شخصاً على الإنتحار). لم يُشرّعْ شيء قانوني مثل هذا من قبل البرلمان في المملكة المتحدة حتى اليوم، وتعتمد الإعتراضات الموجّهة له على قواعد دينية في جوهرها فضلاً عن الرؤية التي ترى بأنّ المساعدة في تحقيق مثل هذه الأفاعيل إنما يتضادّ مع المدوّنة الأخلاقية التي تحكم عمل الطبيب، وبالإضافة لذلك ثمة هواجس مقلقة بأنّ المرضى الأكثر وهناً قد يشعرون بنوعٍ من الضغوطات التي لاتطاق تدفعهم لاتخاذ هذا المسار (أي القبول بالموت المعزّز طوعياً، المترجمة) من قبل عائلاتهم بغية التخفيف من الأعباء التي يوقعها أولئك المعتلّون الذين لايرتجى شفاؤهم على كواهل عائلاتهم. يمكن للمرء ملاحظة قدر غير قليل من التمهّل في تطبيق سياسة «الموت المعزّز» في المملكة المتحدة على الرغم من أنّ 80% من العامة هم مع تلك السياسة. أنا من جانبي أدعم بثبات تلك السياسة وأقف بجانب هؤلاء الـ80%. ستوفّرُ هذه السياسة –متى مااعتُمِدت تشريعاً قانونياً من الجانب البرلماني– الراحة لأعدادٍ كبيرة من

البشر أعظم بكثير من هؤلاء الذين سينتفعون منها بصورة مباشرة وحسب: يقدّم الطب الحديث والجراحة الحديثة، وبشكل لايمكن مجادلته، خدماتٍ جلّى لمعظمنا في غالب أطوار حياتنا، ويمكننا توقّع المزيد من التطوّرات الحثيثة التي ستّطيلُ من الأعمار البشرية وستجعل البشر يحيون حياة صحية في العقود القليلة القادمة؛ لكن برغم هذا أتوقّعُ (وآملُ) بالمزيد من الضغط الجمعي الساعي لتشريع قانونية **الموت الرحيم Euthanasia** تحت ظروف محكومة بضوابط قانونية محدّدة.

واحدةٌ من النتائج المترتبة على التطوّرات الطبية هي تلك الرؤية المضبّبة للإنتقالة بين الحياة والموت. يُعرّفُ الموت طبيعياً في يومنا بأنه «موت الدماغ» – تلك الحالة التي لايمكن معها تسجيل أيّ من الإشارات القابلة للقياس والتي تدلّ على وجود فاعلية دماغية، وهذا هو المعيار الذي يعتمده الجراحون العاملون في نقل الأعضاء البشرية عندما يقرّرون متى يمكن أن يعملوا على نقل الأعضاء البشرية من جسدٍ ما (وزرعها في جسد آخر، المترجمة)؛ لكنّ هذا الحدّ الفاصل بين الحياة والموت صار عرضة للتضبّب بعد تعزيز المفترضات التي ترى إمكانية معاودة عمل القلب بطريقة إصطناعية بعد تحقّق (الموت الدماغي) وذلك –ببساطة– للإبقاء على حيوية الأعضاء المتبرَّع بها لأطول فترة زمنية ممكنة؛ وهو الأمر الذي يطرحُ المزيد من الإشكالية الأخلاقية على حقل جراحة زرع الأعضاء البشرية. ثمة في يومنا هذا العديد من «الوكلاء» الذين يستحثّون البنغلاديشيين المُعدَمين لبيع كلية أو أي عضو آخر من أعضائهم المرغوبة لغرض إعادة بيعها –لقاء منافع مالية ضخمة– لمتلقّي هذه الأعضاء من الميسورين المتمكّنين مالياً، وقد شاهدنا جميعاً تلك اللقطات التلفازية المحبِطة لأمّ مع طفلها المعلول وهي تتضرّع باكية بسبب «يأسها من العثور على متبرّع»، والمتبرّعُ هنا مقصودٌ به –بكلمات أخرى واضحة– طفلٌ آخر يمكن أن يموت ربما في حادثة سيّارة من أجل ان يوفّر العضو المطلوب لإبنها. ستستمرّ هذه الإشكاليات الأخلاقية –بل وستتفاقم بالتأكيد– فضلاً عن قلّة أعداد المتبرّعين بالأعضاء البشرية حتى يطلّ علينا فجر **زرع الأعضاء غير البشرية xenotransplantation** (التي تعني استخدام أعضاء مأخوذة من الخنازير او أي حيوانات أخرى لغرض

بشري) وتصبح إجراءً طبياً قياسياً روتينياً ومأمون العواقب. لايزال في جعبة التطوّر الطبي والجراحي ماهو أفضل (وإن كان رهن التطبيق المستقبلي الأبعد)، وأعني بذلك التقنيات الخاصة بتطوير لحم إصطناعي والتي قد تتيح إمكانية الحصول على أعضاء بشرية عبر تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد، وهي بالتأكيد تقنيات يتوجّب أن تُفرَدَ لها الأسبقية على ماسواها.

تقدّم التطوّرات الحثيثة في المايكروبيولوجيا (بيولوجيا الأحياء الدقيقة) آمالاً عريضة –على صعيد التشخيص المرضي واللقاحات والمضادات الحيوية– في إدامة الصحة، والسيطرة على الأمراض، واحتواء الجائحات الوبائية؛ لكنّ هذه المنافع الكبرى أطلقت نوعاً من «ردة الفعل العكسية» من قبل الأحياء الممرِضة ذاتها؛ فثمة بوادر قلق لاتلبث تتعاظم بشأن المقاومة البكتيرية للمضادات الحيوية السائدة عندما تستطيع البكتريا (بفعل الإنتخاب التطوّري المحكوم بالقوانين الداروينية) التسريع في تطوير قدرة مناعية تجعلها محصّنة أمام فعل المضادات الحياتية التي تعمل على كبح تلك البكتريا، وقد قاد هذا التطوّر البكتيري، على سبيل المثال، إلى عودة ظهور **السل الرئوي TB**، ومالم يتمّ تطوير مضادات حياتية جديدة فإنّ مخاطر العدوى غير القابلة للعلاج (التي تعقب العمليات الجراحية على سبيل المثال) سترتفع إلى حدّ تبدو معه الصورة مطابقة لما كان سائداً قبل قرنٍ مضى. يمكن في المدى القصير إتخاذ إجراء طارئ يتمثّل في منع الإستخدام المفرط للمضادات الحياتية (كما يحصل مع الماشية في الولايات المتحدة على سبيل المثال) وكذلك تقديم المحفّزات اللازمة للشركات الدوائية بغية شروعها في تطوير مضادات حياتية جديدة رغم أنّ هذه المصنّعات الدوائية تكون أقلّ ربحية لها بالمقارنة مع العقاقير التي تُستخدَمُ للسيطرة على الحالات المرضية المزمنة.

تعرض الدراسات الخاصة بالفايروسات والتي تُجرى أملاً في الحصول على لقاحاتٍ مطوّرة جوانب إشكالية عدّة: على سبيل المثال أوضحت مجموعتان بحثيتان، واحدة في هولندا والأخرى في ويسكونسين بالولايات المتحدة الأمريكية عام 2011 بأنّ من الأمور شديدة البساطة –والمثيرة للدهشة في الوقت ذاته– جعل فايروس الأنفلونزا H5N1 أكثر قدرة على

العدوى والإنتقال بين البشر في الوقت ذاته، وهو الأمر الذي كان يتعاكس مع الميل الطبيعي في عدم وجود علاقة بين هاتين الخصيصتين في هذا الفايروس. إنّ التسويغ الذي يمكن إتخاذه شاهدة تنبئ بها هذه التجارب هو أنّ التقدّم بخطوة واحراز السبق قبل حدوث الطفرات الطبيعية في فايروس الأنفلونزا سيجعل الأمور أيسر إذا ماسعينا للحصول على لقاحات مناسبة وفي وقت مناسب؛ لكن بالنسبة لكثيرين كانت هذه المزية النافعة غير كافية (للمضي في الدراسات البحثية، المترجمة) بالمقارنة مع المخاطر المحتملة للتسبّب غير المقصود في إطلاق فايروسات خطيرة، إلى جانب تعزيز انتشار التقنيات التي يمكن أن تكون ذات عون كبير للإرهابيين البيولوجيين. أوقفت حكومة الولايات المتحدة عام 2014 تمويل صنفٍ من البحوث يدعى (تجارب إكتساب الوظائف البيولوجية)؛ غير أنّ هذا الحظر على التمويل شهد بعض التخفيف عام 2017، وفي عام 2018 نُشِر بحثٌ بشأن نجاح تخليق فايروس جدري الأحصنة، وأشار البحث ذاته إلى إمكانية تخليق فايروس الجدري البشري بطريقة مماثلة[4]، وقد تساءل البعض بشأن السبب المسوّغ لنشر هذا نتائج هذا البحث التي أجريت من قبل فريق بحثي في أدمونتن، بمقاطعة ألبرتا الكندية وبخاصة إذا ماعلمنا أنّ فايروس الجدري البشري كان محفوظاً في شكل عيّنات آمنة ومنيعة على الإنتشار في ذلك الوقت، في حين جادل آخرون قائلين إذا كان ثمة مايسوّغ البحث العلمي فإنّ نشر النتائج كان خطيئة لاتُغتفر.

كما ذكرنا من قبلُ، تثيرُ التجارب التي تستخدم تقنيات CRISPR /Cas9 على الأجنة البشرية هواجس أخلاقية مقلقة، وسيجلب التطوّر السريع في التقنية الحيوية حالات مقلقة أخرى حيث ستتزايد المخاوف بشأن سلامة التجارب المستخدمة وانتشار «المعرفة الخطيرة» فضلاً عن الأخلاقيات الخاصة بكيفية وضع هذه التجارب المختبرية موضع التطبيق الفعلي، ولم تزل الطرائق التي لاتكتفي بالتأثير في الفرد بل في ذريته اللاحقة (عبر تعديل خريطته الجينية) تمثل مخاوف لم تخفت جذوتها؛ فقد جرت، على سبيل المثال، محاولة تكلّلت بنجاح مقداره 90% لتعقيم -ومن ثمّ القضاء على- سلالة خاصة من البعوض الذي ينشر **حمى الضنك Dengue Fever**

وفايروس زيكا، كما جرت في المملكة المتحدة تجربة «محفّزة جينياً» لغرض إزالة السناجب الرمادية التي تُعدُّ «آفة» تهدّدُ الصنف الأحمر المرغوب من هذه السناجب (ثمة خطة تكتيكية أسلمُ من سابقتها تقوم على أساس هندسة السناجب الحمراء جينياً بحيث تصبح أكثر قدرة على مقاومة الفايروس المسمّى parapoxvirus الذي ينتقل بين السناجب الرمادية حصرياً). توجد تقنيات مشابهة موضوعة قيد البحث والدراسة حالياً يمكنها الحفاظ على البيئة المتفرّدة لجزر الغالاباغوس بواسطة إزالة الأنواع الحيوية التي تغزو هذه الجزر وتهدّد طبيعتها البيئية وبخاصة الفئران السوداء؛ لكن مما يتوجّبُ ملاحظته في هذا الشأن أنّ (**كريس توماس Chris Thomas**)، وهو عالم بيئي متميز القدرة والسمعة، يجادلُ في كتابه المنشور حديثاً تحت عنوان (**وارثو الأرض Inheritors of the Earth**) أنّ إنتشار الأنواع البيولوجية المتعددة يمكن في غالب الأحايين أن يكون له مفاعيل إيجابية في إدامة البيئة وجعلها أكثر تنوّعاً حيوياً وقدرة على مقاومة المؤثرات الضارة.[5]

حصل عام 1975، في الأيام المبكرة من العمل البحثي على إعادة ارتباط الـ**DNA** (**Recombinant DNA**) أن إجتمعت مجموعة من علماء البيولوجيا الجزيئية القياديين في مؤتمر أسيلومار بمنطقة Pacific Grove في كاليفورنيا، واتفقوا على خطوط توجيهية عامة بشأن أي التجارب التي يمكن أن تجرى وأي منها التي لاينبغي إجراؤها، ويبدو أنّ هذه الخطوط التوجيهية قد شجّعت على إطلاق زخم لقاءات عديدة تالية عضّدتها أكاديميات وطنية بقصد مناقشة التطوّرات الراهنة (آنذاك) إعتماداً على الروحية ذاتها (للقاء أسيلومار عام 1975، المترجمة)؛ لكنّ المجتمع البحثي في يومنا هذا، عقب أكثر من أربعين سنة من لقاء أسيلومار الأوّل، قد صار أكثر تمثيلاً لصبغة عالمية متزايدة إلى جانب كونه قد بات أكثر تأثراً بالضغوطات تجارية الطابع. أنا من جانبي سأبدي قلقاً مستديماً مهما كانت الضوابط التي تُفرَضُ على مثل هذه المحاولات البحثية تبعاً لهواجس تحوّطية أو أخلاقية، ومسوّغي المشروع في هذا القلق هو عد إمكانية فرض هذه الضوابط على المستوى العالمي (كما هو عليه الحال مع الضوابط الخاصة بقوانين مكافحة المخدّرات أو القوانين الضريبية). إنّ مايمكن فعله (بهذه التجارب الخاصة

بالتقنية الحيوية، المترجمة) سيكون ممكناً فعله من قبل أحدٍ ما وفي مكانٍ ما، وهو الأمر الذي يمثّل كابوساً مؤرقاً؛ إذ على العكس من التجهيزات المادية الضخمة والواضحة ذات الأغراض الخاصة التي يتطلّبها صنع سلاح نووي فإنّ التقنية الحيوية تتطلّبُ تجهيزات مختبرية صغيرة وذات استخدام مزدوج (مدني مفيد وإرهابي مؤذي، المترجمة)، ولن نجانب الصواب إذا ماقلنا أنّ القرصنة الحيوية شهدت الكثير من الإزدهار حتى على سبيل كونها هواية ولعبة تنافسية.

تلبّسني قلق شامل منذ عام 2003 بشأن هذه المخاطر الكارثية، واحتسبتُ إحتماليةً مقدارها 50% لوقوع خطأ حيوي أو إرهاب يعتمد التقنية الحيوية بما يقود لقتل مليون شخص مع حلول عام 2020، وقد دُهِشتُ للعدد الكبير من زملائي العلماء الذين فكّروا بإحتمالية أكبر ممّا فعلتُ لوقوع كارثة من هذا النوع. لكن على كلّ حال، وفي وقت قريب من يومنا هذا قبل عالم السايكولوجيا الإدراكية والمؤلف المعروف على نطاق عالمي واسع ستيفن بنكر **Steven Pinker** على الدخول في رهانٍ معي –بقيمة مائتي دولارٍ– يعاكسُ رؤيتي السابقة، وهذا رهانٌ آملُ مخلصاً أن أخسره؛ لكني لست مندهشاً إذ أشهد أنّ مؤلّف كتاب (**الملائكة الأفضل لطبيعتنا The Better Angels of Our Nature**)[6] يتّخذ هذا المسار التفاؤلي. إنّ كتاب بنكر محشوٌّ بنزعة تفاؤلية طاغية، وهو لاينفكُّ يوظّفُ إحصائيات تشيرُ لانحدار مدهش في التوجهات العنفية والصراعية في العالم – ذلك الإنحدار الذي تمّ التغطية عليه وحجبه بسبب أفاعيل الشبكات الإخبارية العالمية التي تركّزُ على أخبار الأمراض والأوبئة والقتل التي لم يتمّ الإشارة لها في أوقات سابقة؛ لكنّ مثل هذا التوجّه لايمكنه إلّا أن يمنحنا تسكيناً مؤقّتاً وثقة مريحة غير مسوّغة. ليست الأرباحُ والخسائر متماثلة في العالم المالي، بمعنى أنّ سنواتٍ عديدة من الأرباح المتحصلة بصورة تدريجية يمكن أن تضيع هباءً بسبب خسارة فجائية، وفي عالم التقنية الحيوية والجائحات الوبائية يمكن لعامل الخطورة أن يهيمن على المشهد العالمي عبر وقائع نادرة لكنها شديدة التطرّف في الوقت ذاته، وبالإضافة لهذه الحقيقة فإنّ العلم بمقدار مايعمل على مدّنا بأسباب التمكين المستديم والقدرة المتعاظمة، وبسبب

أنّ العالم بات أكثر ترابطاً من ذي قبلُ، فقد تصاعدت إمكانية حدوث أسوأ السيناريوهات الكارثية المتوقّعة وبلغت حدوداً كبرى غير مسبوقة، ومع ذلك ثمة الكثيرون ممّن يستمرئون البقاء في حالة نكران مثل هذه السيناريوهات.

لابدّ في هذا الشأن من إلقاء الضوء على الحقيقة التالية: إنّه لأمرٌ صحيحٌ وخطيرٌ للغاية أنّ التداعيات المجتمعية الناشئة من الجائحات المرضية في مجتمعاتنا الحالية ستكون أعلى بكثير ممّا كانت عليه في القرون المبكّرة؛ فالقرى الأوربية في منتصف القرن الرابع عشر مضت في حياتها اليومية كالسابق حتى بعد أنْ تسبّب الموت الأسود (أي الطاعون، المترجمة) في قتل نصف أعدادها من السكّان، وكان الناجون يشعرون بنوعٍ من الجبرية التي تحتّم عليهم القبول بتداعيات هذا الموت الجماعي الرهيب؛ أما في البلدان الأكثر ثراءً في يومنا هذا، وعلى العكس من الصورة السائدة في القرون الوسطى، فإنّ شعوراً طاغياً بالإستحقاقات المترتبة على الإصابة بمثل هذه الجائحات الوبائية ستقودُ إلى إنهيار النظام الإجتماعي متى ماكتظّت المستشفياتُ بالمصابين، وبقي عمّال الخدمات الرئيسية قابعين في بيوتهم لايغادرونها، وتزايد الضغط على الخدمات الصحية إلى حدّ يجعلها عاجزة عن الإيفاء بمهمّاتها. يمكن لمثل هذا السيناريو أن يحصل عندما تبلغ أعداد المصابين بالعدوى جزءً من الـ 1%، ويمكن لأعداد الموتى أن تتصاعد في الحواضر المدينية العملاقة من العالم النامي بخاصة.

لم تزل الجائحات الوبائية تمثلُ تهديداً طبيعياً حاضراً في وقتنا الحاضر؛ لكن كم سيكون حجم الذعر إذا ماأثيرت المخاوف المقلقة بشأن المخاطر التي يستحثها الجهد البشري والناشئة من الأخطاء الحيوية أو الإرهاب الحيوي؟ لاأظنّ –ويالحزني– أنّ الأمر يمكن أن يكون على هذه الشاكلة. نعلم جميعنا، وإلى حدود كبيرة من العلم الموثّق، أنّ الخبرة التقنية لاتضمن حيازة عقلانية متوازنة، وأنّ القرية العالمية التي نعيش فيها لن تُعدَمَ وجود حمقاها العالميين الذين يمتلكون قدرة على التأثير المتعاظم ذي المدى العالمي. إنّ انتشار عامل حيوي مرضي مخلّق إصطناعياً ليس بالأمر الذي يمكن التنبؤ به أو تخمين مدياته أو وضعه موضع السيطرة الكاملة، وهذا الإدراك العالمي هو مايكبحُ الحكومات من استخدام الأسلحة البيولوجية،

وفي الوقت ذاته يكبحُ حتى الجماعات الإرهابية التي تمتلك أهدافاً خاصة محدّدة تحديداً جيداً (هذا هو الأمر الذي جعلني أفردُ تركيزاً خاصاً لمناقشة التهديدات النووية والسبرانية في القسم 1.2 من هذا الكتاب)؛ لذا فإنّ أسوأ كوابيسي ستتحققُ عندما أتخيّلُ «شخصاً مستوحداً» غير متوازن (في توجهاته السايكولوجية، المترجمة) وذي خبرة معقولة في التقنية الحيوية، وفضلاً عن هذا هو ممّن يعتقدون، على سبيل المثال، أنّ الأرض تعيلُ الكثير الكثير من السكّان، وهو بهذا التصوّر لن يعبأ بمن سيُصابُ بالعدوى المميتة (فيما لو قرّر استخدام سلاح بيولوجي، المترجمة) ولن يهتمّ بكم ستكون أعدادهم. سيمثّلُ التمكين المتعاظم للجماعات المقتدرة تقنياً (أو حتى الأفراد ذوي الذكاء التقني) في حقل التقنية الحيوية أو التقنية السبرانية تحدّياً صعب المراس للحكومات، وسيعمل هذا التمكين على مفاقمة الصراعات الخلافية بين حدود الحرية والخصوصية والأمن السبراني، وسيحصل على الأغلب إنزياح مجتمعي نحو فرض تدخّل أكبر في مقابل خصوصية أقلّ، وينبؤنا واقع الحال بالفورة التي يندفع فيها الناس لوضع بياناتهم الشخصية الدقيقة والحميمة موضع التداول العام على تطبيقات مثل الفيسبوك والتطبيقات الفديوية المختلفة CCTV، ويشي هذا الإنزياحُ المتعاظم بوجود القليل من الممانعة التي يمكن أن يُقابلَ بها هذا الإنزياح، وهو الأمر الذي يدعو للإندهاش حقاً.

تمثّلُ الأخطاء الحيوية والإرهاب الحيوي مصدرين محتمليْن للتهديد في المدى القصير (مابين عشر سنوات إلى خمس عشرة سنة)، وستتفاقم هذه التهديدات في المدى الأطول بعدما يغدو أمراً ممكناً «تصميم» وتخليق فايروسات خاصة، وسيجمع السلاح البيولوجي «المثالي» بين القدرة الفائقة على القتل والإمكانية العظمى على الإنتقال بين البشر (مثلما يفعل فايروس الأنفلونزا على سبيل المثال).

ماهي التطوّرات التي قد يقدّمها لنا علماء البيولوجيا عام 2050 ومابعده؟ يحدّدُ (فريمان دايسون **Freeman Dyson**) زمناً في المستقبل سيكون بمستطاع الأطفال فيه تصميم وتخليق عضويات حيوية جديدة بطريقة روتينية شبيهة بتلك التي تعامل بها جيله مع الأدوات الخاصة بالتجارب الكيميائية[7]،

وإذا مااستطعنا يوماً أن نقوم بما «قام به الإله ونحن جالسون إلى جوار طاولة في المطبخ» فقد لاتستطيع حينها بيئتنا (وحتى نوعنا البشري) من المضي قدماً لمدة طويلة من غير أن يصيبهما إعتلال خطير؛ لكن حمداً للآلهة لكون دايسون ليس عالماً بيولوجياً بل أحد علماء القرن العشرين القادة في الفيزياء النظرية؛ لكنه -وبخلاف الكثير من العلماء- مفكّرٌ يتأمّل في الكثير من التفاصيل الدقيقة ويُبدي في العادة مواقف تتباعد عن الخطوط الفكرية السائدة، وهو غالباً مايعكس نمطاً فكرياً يتقاطع مع التوجهات السائدة: على سبيل المثال، كان دايسون في خمسينيات القرن العشرين عضواً في مجموعة بحثية إستكشفت المفهوم الكامن في قلب (**مشروع الجوزاء Project Orion**) - ذلك المشروع الذي سعى من ورائه الفريق البحثي لتحقيق السفر عبر النجوم بمعونة سُفن فضائية تستمدّ طاقتها بفعل تفجير قنابل هيدروجينية (الدفع باستخدام النبضات النووية) التي توضَع في مؤخرة السفينة المدرّعة تدريعاً جيداً. بقي دايسون محافظاً على مقارباته المخالفة للآراء السائدة، وهاهو حتى في عام 2018 يُبدي شكوكاً شخصية بشأن الحاجة إلى العمل الفوري لمواجهة تأثير التغير المناخي.

يلقى الجهد البحثي في ميدان الشيخوخة أسبقية كبرى. هل ستكون الفوائد المجتناة من هذا الجهد صغيرة تتراكم بصورة تدريجية؟ أم أنّ الشيخوخة هي «علّةٌ» يمكن معالجتها؟ تركّز البحوث الجادة في هذا الميدان على **التيلومرات Telomers** - وهي إمتداداتٌ من الـ DNA في نهاية الكروموسومات، يصيبها قِصَرٌ ملحوظ عند الناس المسنّين. صار أمراً ممكناً تحقيق زيادة في أعمار الديدان الخيطية بمدار عشرة أضعاف عن أعمارها الطبيعية؛ لكنّ التأثير المتوقّع إحداثه في أعمار الحيوانات الأكثر تعقيداً حيوياً (بما فيها الإنسان، المترجمة) لايزال أقلّ درامية. الطريقة الوحيدة المؤثرة والمعروفة في إطالة أعمار الفئران هي بجعلها تعيش على حمية غذائية قريبة من تخوم المجاعة؛ لكن ثمّة مخلوقٌ واحدٌ لايجتذب الناظرين، **فأر الخُلد العاري Naked Mole Rat** (الذي يعيش في مستعمرات كبيرة شرق أفريقيا، المترجمة)، يمكنُ أن يقدّم لنا بعضاً من الدروس البيولوجية ذات الأهمية الخاصة؛ إذ تعيش بعض أفراد هذا الفأر مايزيد على الثلاثين

سنة، وهذا عمرٌ يعادل بضع مرّات العمر الطبيعي لصغار الحيوانات الأخرى المنتمية لفصيلة ذوات الأثداء.

سيكون لكلّ إنعطافة كبرى في إطالة أعمار البشر تأثيرات ديمغرافية (سكّانية) ذات مفاعيل هائلة وبخاصة على صعيد التأثيرات الإجتماعية المتوقّعة: هل ستطول سنوات الشيخوخة أيضاً مع زيادة العمر المتوقّعة؟ وهل ستطول أعمار النساء اللواتي توقّفت لديهنّ الدورة الشهرية مع هذه الإطالة في الأعمار؟؛ لكن من المتوقّع في كلّ الأحوال أن تصبح أنماطٌ مختلفة من تعزيز الكينونة البشرية أمراً مستطاعاً باللجوء إلى المعالجة الهورمونية وبخاصة بعد إحراز تقدّم عظيم متوقّع في فهم الغدد الصمّاء، ويمكن لدرجة معيّنة من إطالة الأعمار البشرية أن تكون واحدة من أشكال هذه التعزيزات المستقبلية. إنّ هذه الأسبقيات، مثل سواها من التقنيات الكثيرة الأخرى، ستُوجَّهُ بطريقة غير ملائمة نحو الأثرياء، ولم تزل الرغبة المتعطّشة في عمرٍ أطول تمثّل مسلكاً حياتياً ذا سطوة في العالم إلى الحدّ الذي يدفعُ إلى خلق سوق فورية جاهزة لتجريب كلّ أنواع الممكنات العلاجية الغريبة التي لم تُختَبَرْ كفاءتها ومدياتها التأثيرية بشكل كافٍ. تقدّم شركة أمبروزيا **Ambrosia** التي أنشِأت عام 2016، على سبيل المثال، للمدراء التنفيذيين في وادي السليكون جرعاتٍ من «الدم المأخوذ من أطفال»، وانتشرت صرعة مجنونة أخرى حديثة تتمثّل في الـ (ميتفورمين **metformin**) – ذلك العقار الذي صُنّع لعلاج السكّري لكن أدّعِي فيمابعدُ أنه يكبحُ الخرف والسرطان؛ في حين يعلي آخرون من شأن الفوائد المتوقّعة من الخلايا المشيمية البشرية. يملك (كريغ فنتر) شركة تدعى (**Human Longevity**) تلقّت في باكورة نشأتها ثلاثمائة مليون دولار من الموارد المالية، وهذا المقدار من المال يفوق ذلك الذي تلقّته شركة (**23andMe**) عند تأسيسها (هذه هي الشركة التي تحلّل جينومنا البشري بطريقة ممتازة تكفي للكشف المبكّر عن مدة ميلنا الواهن للإصابة بأمراض محدّدة، فضلاً عن توفير بيانات وفيرة عن أسلافنا البشريين). يسعى فنتر لتحليل التركيبات الجينومية لآلافٍ من أنواع الأحياء الدقيقة (البكتريا) التي تتواجد في الأمعاء البشرية؛ فقد بات أمراً يقتنع به الكثيرون (بطريقة تبدو معقولة للغاية) أنّ

«النظام البيئي» الداخلي المتواجد في أمعائنا يمثّل عنصراً حاسماً في موتنا.

لم تنبع «الدفعة» الهائلة من جانب وادي السليكون نحو تحقيق (الشباب الأبدي) من الفوائض المالية الضخمة المتراكمة في الشركات العاملة هناك بل لسبب آخر يكمن في كون وادي السليكون مكاناً لترسيخ الثقافة القائمة على الفاعليات الشبابية؛ إذ يُحسَبُ أولئك الذين تخطّوا الثلاثينات من أعمارهم «فوق التلّة» (إشارة إلى كونهم باتوا خارج نطاق القدرة على تحقيق منجزات مؤثرة، المترجمة)، ويتحدّث عالم المستقبليات **راي كيرزويل Ray Kurzweil** بطريقة شديدة الحماسة وبطريقة إستعارية عن الحصول على «سرعة الإفلات» (من الموت المحتّم، المترجمة) عندما يحقّق الطب تطوّراً سريعاً يجعل مديات الأعمار المتوقّعة تزيد بمعدّل يفوق سنة واحدة في كلّ سنة بحثية؛ الامر الذي سيقود بالنتيجة التراكمية إلى تحقيق الخلود المؤكّد، ومن أجل تحقيق هذا الهدف يبتلع كيرزويل أكثر من مائة من المستحضرات كل يوم، بعضها مألوف في حياتنا اليومية وبعضها الآخر غريبٌ لم يبلغ مسامعنا ومعرفتنا؛ لكنه يُبدي قلقاً من أنّ «سرعة الإفلات» قد لاتتحققُ أثناء عمره «الطبيعي»، ومن أجل ذلك نراه يرغب في تجميد جسده (بعد وفاته الطبيعية، المترجمة) والإبقاء عليه في تلك الحالة حتى يحين موعد تحقّق **النيرفانا** (الخلود الموعود في المستقبل).

حصل مرّة أن دُعيتُ لمحاورة مع مجموعة من المناصرين المتحمّسين لبحوث (**تجميد الأجساد البشرية Cryonics**) في كاليفورنيا تدعى (جمعية إبطال الموت غير الطوعي). أخبرتُ هؤلاء أنني سأفضّلُ أن أنهي أيامي على الأرض وأنا راقدٌ في ساحة كنيسة إنكليزية (إشارة إلى المقبرة، المترجمة) بدلاً من أنتهي جسداً ممدّداً في إحدى ثلاجات حفظ الأجساد الكاليفورنية، فما كان منهم إلّا أن يسخروا منّي متهكّمين قائلين بأنني «مناصرٌ للموت الطبيعي» من ذوي الأخلاقيات العتيقة. دهِشتُ كثيراً إذ علمتُ بعد ذلك أنّ ثلاثة من الأكاديميين في إنكلترا (لستُ أخفي سعادتي للقول بأنهم ليسوا من الجامعة التي أعملُ فيها) قد سجّلوا أسماءهم على لائحة «التجميد البشري»، ودفع إثنان منهم الأجور المترتبة عليهم كاملةً؛ في حين دفع الثالث جزءً من تلك الأجور مستفيداً من العرض التعاقدي الذي يسمح بتجميد أجزاء بذاتها

عوضاً عن الجسد كاملاً، وقد إختار تجميد رأسه دون بقية جسده. حصل هذا الإجراء التعاقدي مع شركة تدعى (آلكور Alcor) تقع مقراتها في سكوتسديل، أريزونا (في الولايات المتحدة)، وزملائي هؤلاء مقتنعون بما يكفي بأنّ فرصة إعادة بعثهم للحياة قد تكون ضئيلة؛ لكنهم يقرّون في الوقت ذاته أنّ فرصة إعادتهم للحياة من غير هذا الإستثمار ستكون معدومة تماماً؛ لذا هم يرتدون رصيعة (medallion ميدالية كبيرة) تحوي تعليماتٍ بشأن ضرورة تجميدهم على الفور عندما يحلّ بهم الموت (الطبيعي) وكذلك استبدال دمهم بسائل النيتروجين.

إنّه لأمرٌ شاق يعسرُ على معظمنا (نحن الكائنات البشرية الفانية) أن نقبل بهذا التطلّع الطموح ونتعامل معه بمنطق الجدية العالية، وبالإضافة لذلك فلو كان أمام «التجميد البشري» أفقٌ حقيقي يبشّر ببعض النجاح فلستُ أراه أفقاً يستحقُّ أن ينال إعجاب البشر. لو أنّ شركة آلكور لم ينلها الوهن والإفلاس واستطاعت -بصورة مسؤولة- الحفاظ على الأجساد المجمّدة لقرون عديدة قادمة فإنّ الأجساد المستعادة التي أعيد بعثها للحياة ستلقى عالماً تبدو فيه وكأنها لمهاجرين غرباء قدموا من الماضي البعيد، وربما سيحظون بمعاملة محترمة بمثل مانشعر في الوقت الحاضر إزاء الطريقة المحترمة التي ينبغي بها أن نعامل (على سبيل المثال) طالبي اللجوء المُحبطين واليائسين، أو أفراد الشعوب القبلية الأمازونية الذين أجبِروا على مغادرة مستوطنتهم الطبيعية؛ لكن المعضلة تتجلّى في أنّ «الأجساد المعادة للحياة» ستثقِلُ كاهل الأجيال المستقبلية بالأعباء الجسام رغماً عنها؛ لذا فليس من الواضح تماماً كم هو حجم الإعتبار الحقيقي الذي تستحقّه. إنّ مثل هذه الأمور خليقةٌ بأن تذكّرنا بحالة مأزقية مشابهة قد لاتكون دوماً في نطاق روايات الخيال العلمي (حتى في حالة توجّب معها إعتبارها في هذا النطاق فحسب)، وأنا أعني بذلك الإستنساخ الوراثي لإنسان النياندرتال. تساءل أحد المختصّين الكبار (وهو أستاذ في جامعة ستانفورد): «هل سنضعُ هذا المخلوق النياندرتالي في حديقة حيوان أم سنرسله إلى هارفرد؟»

2. 2، التقنية السبرانية(*)، الروبوتيات، الذكاء الإصطناعي

الخلايا الحيّة، والفايروسات، والتراكيب الحيوية الدقيقة الأخرى هي – بالضرورة– «آلاتٌ» تمتلك عناصر تعمل على المستوى الجزيئي: بروتينات، رايبوسومات، وأشياء أخرى مثل هذه. نحنُ ندينُ بالتطوّرات الدرامية المذهلة في حقل الحواسيب إلى حقيقة القدرة التي لاتلبث أن تتطوّر بشكل متسارع في تصنيع المكوّنات الألكترونية على المستوى النانوي (فائق الصغر إلى حدود تقرب من الأبعاد الذرية، المترجمة)؛ الأمر الذي سمح ببلوغ مستوى من التعقيد الألكتروني قريب من نظيره البيولوجي، وصارت المكوّنات الألكترونية المعقّدة تُحشَرُ في المُعالِجات **Processors** التي تزوّد القدرة للهواتف الذكية، والروبوتات، والشبكات الحاسوبية.

لابد لنا من تقديم آيات الشكر والعرفان لهذه تطوّرات التقنية التي أضفت تحوّلات هائلة على حياتنا، وبفضلها صار بمستطاع الشبكة العالمية (الإنترنت) وملحقاتها (التقنية والبشرية، المترجمة) «النفاذ» السريع بأعظم قدر ممكن، وبطريقة غير مسبوقة من قبلُ، في حياة الناس وعلى نحوٍ لم نعهده مع تقنية جديدة أخرى في التأريخ البشري، وبالإضافة لذلك فإنّ هذه التقنية هي الأكثر إنتشاراً عولمياً من سواها وبطريقة تبدو معها وكأنها غطّت العالم بأكمله؛

---

*– تُترجم مفردة Cyber الإنكليزية أحياناً بالمقابل العربي المتساوق لفظياً (سايبر) مثلما هو الأمر أحياناً مع راديو وتلفزيون وإنترنت،،، إلخ؛ لكني فضّلتُ إختيار مفردة (سبراني) لكونها أجمل من ناحية الموسقة اللفظية فضلاً عن شيوعها المتزايد. (المترجمة)



فقد إنتشرت تقنية الأنترنت في أفريقيا والصين -على سبيل المثال- بطريقة متسارعة فاقت كلّ التوقّعات «التي أبداها إختصاصيو التقنية العالميون». شهدت حيواتنا إثراءً عظيماً بفعل الألكترونيات الإستهلاكية والخدمات المدعومة بالمواقع الألكترونية على الشبكة العالمية والتي صارت في متناول البلايين من البشر بكلّ ماتعنيه كلمة «متناول» من معنى حَرْفي، وغدا التأثير المتزايد لهذه التقنية على العالم النامي بخاصة مثالاً مشبعاً بالثقل الرمزي يشي بالكيفية التي يمكن بها للعلم المطبّق بصورة مُثلى أن يُحدِث إنتقالاتٍ كبرى في المناطق الفقيرة من العالم. الإنترنت ذو **الحزمة العريضة Broadband** (الذي سيغطّي عمّا قريب كلّ أجزاء العالم عبر الأقمار الإصطناعية التي تدور في مدارات واطئة، أو عبر مناطيد تتحرّك في ارتفاعات عالية، أو **المُسيّرات Drones** بالطاقة الشمسية) ينبغي أن تعزّز بأكثر ممّا فعلت من قبلُ نُظُم التعليم وتبنّي أنظمة رعاية صحية حديثة، وتطوير الأساليب الزراعية، والإرتقاء بالمنجزات التقنية، وسيتيحُ هذا الأمر حتى لأكثر المناطق فقراً في العالم القفز المتسارع نحو قطاعات إقتصادية مترابطة فيما بينها فضلاً عن إتاحة الفرصة لمواطنيها في التمتّع بوسائل التواصل الإجتماعي والإستفادة من ممكناتها التقنية الهائلة حتى مع تسليمنا بحقيقة أنّ العديد من سكّان تلك المناطق لم يتحصّلوا بعدُ على المنافع التي جاءت بها التطويرات التقنية في القرن التاسع عشر مثل وسائل الصرف الصحي اللائقة والمناسبة والمعزّزة للكرامة البشرية. يمكن للناس في أفريقيا إستخدامُ الهواتف الذكية للولوج إلى المعلومات الخاصة بالأسواق العالمية، وتسديد الفواتير ألكترونياً عبر هذه الهواتف، وسواها من التسهيلات؛ لكن تبقى الصين هي البلد الذي يمتلك المنظومة المالية الأكثر أتمتةً على مستوى العالم بأكمله. إنّ هذه التطويرات التقنية لها القدرة على تحقيق «فوائض مالية من جانب المستهلكين» تعزّزُ روح المبادرة والجرأة وتُعلي منسوب النزعة التفاؤلية في العالم النامي، وقد تعزّزت هذه المنافع -ولم تزل تتعزّز باضطراد- بواسطة البرامج المؤثرة التي تسعى لإستئصال الأمراض المُعدِية مثل الملاريا، وتبعاً لمركز Pew البحثي فإنّ 82% من الصينيين و76% من الهنود يعتقدون بأنّ أطفالهم سيعيشون حياة أفضل من الحياة التي يعيشونها هُمْ في الوقت الحاضر.

يمتلك الهنود في وقتنا الحاضر بطاقة «هوية ذاتية» تمكّنهم من الولوج السهل إلى (ومن ثمّ تحصيل) المنافع العامّة. لاتحتاج هذه البطاقة كلمات سرّ (كتلك التي نعهدها في التطبيقات الألكترونية الخاصة بنا، المترجمة) لأنها تعتمدُ على خريطة التوزيع الوريدي في العيون والتي تتيحُ إستخدام المنظومة البرامجية المعروفة بِـ «**iris recognition**» – تلك الطريقة التي تُعتبرُ تطوّراً ملحوظاً بالمقارنة مع بصمات الأصابع أو تمييز الوجوه، وهي توفّرُ قدراً من الدقّة يكفي للتحديد الدقيق وغير الملتبس لكلّ فرد بين المليار وثلاثمائة مليون هندي. توفّرُ هذه التقنية المتطوّرة إشارة دليلية إلى عِظَم الفوائد التي يمكن إجتناؤها من التطوّرات المستقبلية في حقل الذكاء الإصطناعي.

يستخدمُ تمييز الكلام، وتمييز الوجوه، وسواها من التطبيقات المشابهة تقنية تُدعى **التعلّم الآلي المُعمّم Generalised Machine Learning**، وفيما يخصّ تقنية تمييز الوجوه فإنها تعمل بطريقة مماثلة للطريقة التي تستخدمُ بها الكائنات البشرية عيونها: يوظّفُ الجزء «البصري» من الأدمغة البشرية المعلومات المتحصّلة من شبكية العين عبر عملية متعدّدة الأطوار، وتعمل المعالجة «المعلوماتية» الطبقية المتعاقبةعلى تشخيص الخطوط العمودية والأفقية المميزة لكلّ وجه، وكذلك الحافات الحادة وسواها من المميزات، وفي كلّ طورٍ تتكفّلُ الطبقة المحدّدة بمعالجة المعلومات القادمة من طبقة «دماغية» أدنى منها وتقوم بترحيل مخرجاتها المعلوماتية إلى طبقاتٍ «دماغية» أخرى[8].

تعود المفاهيم الأساسية للتعلّم الآلي في تأريخها إلى ثمانينات القرن العشرين، وأحَدُ الطلائعيين الكبار في هذا الحقل المعرفي هو العالِم الإنكليزي – الكندي **جيوف هنتون Geoff Hinton**؛ لكنّ الإنطلاقة الحقيقية للتطبيقات في هذا الحقل حصلت بعد عقديْن من ذلك الزمان عندما تحققّت مصداقية **قانون مور Moore's Law** (الذي يؤكّد مضاعفة سرعات الحواسيب كلّ 18 شهراً أو سنتين في أقصى الأحوال)، وتسبّبت المصداقية العملية لقانون مور في صناعة آلاتٍ بمعالِجاتٍ تزيد سرعُها آلاف المرّات عن سابقاتها. تستخدم الحواسيب طرُقاً قوية للغاية في إنجاز

مهماتها؛ فهي تتعلّم الترجمة عبر قراءة ملايين الصفحات (على سبيل المثال) من وثائق الإتحاد الأوربي المكتوبة بلغات متعدّدة (هي لاتضجر أبداً من مثل هذه المهمّات!!)، وبالإضافة لهذا تستطيع الحواسيب تشخيص صور الكلاب، والقطط، والوجوه البشرية عبر «المعالجة المعمّقة والمُقارِنة» لملايين الصور الملتقطة من منظورات متعدّدة ومختلفة.

التطوّرات التقنية المدهشة في هذا الميدان قادتها **DeepMind**، الشركة اللندنية التي تملّكتها غوغل في وقتنا هذا. المؤسس المشارك ورئيس مجلس إدارة هذه الشركة، **ديمس هاسابيس Demis Hassabis**، كانت له حياة مهنية مثمرة منذ بواكير يفاعته: تحصّل على المرتبة الثانية عالمياً في بطولة الشطرنج العالمية ضمن نطاق فئته العمرية وهو لمّا يزل في الثالثة عشرة، وتأهّل للقبول في جامعة كامبردج العريقة وهو بعمر الخامسة عشرة لكنه فضّل تأخير الإنتظام في دوامه بتلك الجامعة لسنتين إضافيتين إنغمس فيهما بتطوير قدراته في ميدان الألعاب الحاسوبية، وبزّ في قدراته هذه أحد الخبراء العالميين الناجحين في هذا الميدان، **ثيم بارك Theme Park**. بعد إتمام دراسته في قسم علوم الحاسوب بجامعة كامبردج شرع في العمل بشركته الجديدة التي أسّسها لتكون رائدة في ميدان الألعاب الحاسوبية، ثمّ عاد لاحقاً إلى العالم الأكاديمي وتحصّل على **شهادة الدكتوراه PhD** من الكلية الجامعة في لندن، ثمّ أعقبها بعمل بحثي لما بعد الدكتوراه في حقل العلوم العصبية الإدراكية، ودرس خلال تلك الفترة طبيعة الذاكرة العَرَضية وكيفية محاكاة عمل مجموعة من الخلايا الدماغية البشرية في **الآلات التي تستخدم الشبكات العصبية Neural Net Machines**.

حقّقت شركة DeepMind عام 2016 إنجازاً فذاً متميزاً على مستوى العالم؛ فقد غلب حاسوبها بطل العالم المتوّج في لعبة Go. قد لاتبدو هذه الحقيقة ذات شأن كبير لأنها جاءت بعد مايزيد على عقدين إثنين من واقعة أخرى تمكّن فيها حاسوب شركة **IBM** العملاق المسمّى **Deep Blue** من التغلّب على بطل العالم في الشطرنج **غاري كاسباروف**؛ لكنّ الحقيقة أنّ تغيراً طال طبيعة اللعبة في الحالتين بالمعنى الجمعي السائد فضلاً عن المعنى الحَرْفي لكلمة «تغيير»: تمّت برمجة حاسوب Deep Blue من قبل

لاعبين مختصين خبراء؛ في حين أنّ آلة AlphaGo تحصّلت على الخبرة المناسبة في اللعب عبر المحاكمة المنطقية لعدد هائل من الألعاب السابقة ومن ثمّ راح يلعب مستخدماً حصيلته من الخبرة المتراكمة في هذه اللعبة، ولم يكن الخبراء المُصمّمون لهذه الآلة يعرفون الكيفية التي تتخذ بها الآلة قراراتها. حصل في عام 2017 أن بلغت آلة AlphaGo Zero خطوة أبعد من سابقتها؛ فقد زُوّدَت بالتعليمات الخاصة باللعبة فحسب –من غير ألعابٍ حقيقية سابقة– وصار لزاماً عليها تعلّم كيفية اللعب بصورة كاملة من البدء؛ لكنها برغم هذا تمكّنت من الحصول على مرتبة البطولة خلال يوم واحد. هذه نتيجة مُدهشة بالتأكيد، ومن المثير أنّ البحث العلمي الذي وصف هذا الإنجاز الفذ إنتهي إلى حصيلة استنتاجية تتجوهر في الفكرة التالية:

راكمت البشرية المعرفة الخاصة بلعبة Go عبر ملايين الأشواط التي لعبها أشخاصٌ بشريون على مدى آلافٍ عدّة من السنوات، وقد تقطّرت تلك الخبرة المعتّقة في هيئة معرفة جمعية تتمثّلُ في أنماط ومقولاتٍ وكتبٍ تختصّ باللعبة. أبدت آلة AlphaGo Zero، وفي بضعة أيامٍ فحسب، قدرة على إعادة إكتشاف معظم هذه الخبرة الخاصة بلعبة Go مع كلّ الستراتيجيات الجديدة التي تستطيع توفير بصيرة جديدة تجاه أقدم الألعاب التي عرفتها البشرية[9].

بلغت هذه الآلة، وباستخدام تقنيات شبيهة بتقنيات لعبة Go، مستوى في لعب الشطرنج يماثل براعة كاسباروف خلال بضع ساعاتٍ فحسب من غير الإستعانة بأية مدخلاتٍ من خبرة تقنية مسبقة، وحقّقت إنجازاً فذاً كذلك في اللعبة اليابانية المسمّاة شوغي**Shogi** . ثمة مثالٌ آخر عن حاسوب في جامعة كارنيغي ميلون إستطاع تعلّم فنون الإحتيال والعدّ المعروفة لدى عتاة لاعبي البوكر المتمرّسين؛ لكن برغم ذلك أكّد كاسباروف بذاته أنّ الألعاب التي على شاكلة الشطرنج تمتلك خصيصة مميزة لها من حيث أنّ اللاعبين البشر يقدّمون «فائدة مضافة» مميزة لها (قد تعجز عنها الآلة، المترجمة)؛ لذا فإنّ لاعباً بشرياً يلعب بالشراكة مع الآلة يمكن أن يمثلا ثنائياً يستطيعان التغلّب على ماقد ينجزه اللاعب البشري بمفرده أو الآلة بمفردها.

يحوز الذكاء الإصطناعي ميزته التي تتفوّق على الكائنات البشرية بواسطة قدرته على تحليل مقادير هائلة من البيانات وكذلك التعامل السريع والإستجابة الفورية لكلّ أنواع المدخلات المعلوماتية المعقّدة؛ وهو بهذا الفعل يعمل على الإرتقاء المستديم بأداء الشبكات المعقدة (مثل شبكات الكهرباء وشبكات المرور في المدن) ورفعه لمستوى متقدّم من **الأمثلية Optimisation** المُتاحة. عندما أوكلت مهمّة السيطرة على توزيع الطاقة الخاصة بشركات غوغل التي تتعامل مع بياناتها الضخمة إدّعت الشركة تحقيق إدخارٍ في الطاقة بمقدار 40%؛ لكن مع ذلك ثمة محدّداتٌ حتى اليوم تحدُّ من هذه المنافع. إستخدمت **المكوّنات الصلبة hardware** في آلة AlphaGo مئات الكيلوواطات من الطاقة؛ في حين أنّ عقل الكوري (لي سيدول)، وهو الغريم البشري الذي لعب متحدّياً أمام AlphaGo، يستهلك مايقاربُ الثلاثين واطاً من الطاقة (تعادل الطاقة التي يستهلكها مصباح ضوئي عادي)، ويستطيع أداء الكثير من المهمّات الأخرى بالإضافة إلى الألعاب التنافسية.

تشهد تقنية المتحسّسات، وتمييز الكلام، ومحرّكات البحث عن المعلومات وسواها من التقنيات المماثلة تطوّراً حثيثاً، وكذلك تشهد البراعة المادية لمكوّنات هذه التقنيات تطوّراً مماثلاً (وإن تأخّرت بصورة ملحوظة عن الأفكار التقنية البحثية). أما فيما يخصّ الروبوتات فلازالت تُعدُّ خرقاء بدائية بالمقارنة مع طفل صغير من حيث القدرة على تحريك القطع الشطرنجية على لوحة اللعب، وشدّ رباطات الأحذية، أو تقليم الأظافر؛ لكن مع ذلك يوجد تقدّم في هذا الميدان. عرضت شركة Boston Dynamics عام 2017 روبوتاً ذا هيئة مخيفة دعته هاندل (أعقب الروبوت السابق المسمّى Big Dog ذا القوائم الأربعة)، وكان لقائمتيه الخلفيتين عجلات رشيقة تكفي لجعله يؤدّي قفزات خلفية (شقلبات)؛ لكن من المؤكّد سيمضي وقت طويلٌ قبل أن تتمكّن الآلات من التغلّب على أداء أبطال رياضة الجمباز البشريين، أو التعامل مع العالم الواقعي بمثل الرشاقة التي تبديها القِرَدَة أو السناجب التي تتقافز من شجرة لأخرى، وهذا الطموح يبقى هو الآخر بعيداً للغاية عن محاكاة البراعة الكاملة التي تميّز سلوك الكائنات البشرية في العالم المادي.

يمثّل التعلّم الآلي المدفوع بقوة تطوّر قدرة الحواسيب إنعطافة كبرى في حقل الذكاء الإصطناعي؛ إذ يتيحُ هذا التعلّم للآلات تملّك الخبرة لا في حقل المنافسة في الألعاب فحسب بل في تمييز الوجوه، والترجمة من وإلى لغات عديدة، وإدارة الشبكات المعلوماتية، وسواها، ومن غير الحاجة إلى أن يتمّ برمجتها بصورة مكثّفة؛ لكنّ المترتبات التقنية على المجتمع البشري تبقى مثيرة لمشاعر متناقضة؛ إذ ليس ثمة من (مُشغّل **operator**) يستطيع أن يعرف بدقة كيف يمكن للآلة أن تتخذ قراراً محدّداً، ولو حصل أن وُجِد (عطبٌ برمجي **bug**) في المنظومة البرمجية (السوفتوير **software**) لنظام ذكاء إصطناعي فليس مستطاعاً على الدوام في وقتنا الحاضر كبح عمل هذا العطب، وهذا أمرٌ كفيل بالتسبّب في إثارة مخاوف مقلقة لدى العامّة بشأن أن تتسبّب هذه «القرارات» في نتائج كارثية وخيمة للأفراد: لو حصل، على سبيل المثال، أن عوقبنا بقضاء مدّة محدّدة في السجن، أو تلقينا توصية بضرورة الخضوع لجراحة معيّنة، أو مُنِحنا تصنيفاً إئتمانياً سيئاً، فيمكن لنا أن نتوقّع (في العالم البشري، المترجمة) معرفة الأسباب الملجئة لتلك القرارات، فضلاً عن قدرتنا على محاججة تلك القرارات والطعن في صوابيتها. ماذا لو إتخذت خوارزمية حاسوبية مثل تلك القرارات بصورة كاملة ومن غير أيّة مداخلة بشرية؟ ستنتابُنا في أقلّ التقديرات المتوقّعة مشاعر مقلقة غير مريحة حتى لو جوبهنا بشواهد حاسمة تؤكّد صوابية القرارات الآلية وكونها أفضل من تلك القرارات التي يتخذها البشر في حالات مماثلة.

يلعب الدمج المتعاظم لمنظومات الذكاء الإصطناعي مع بعضها تأثيراً كبيراً على الحياة اليومية، وسيصبح أكثر تغلغلاً وانتشاراً في أدقّ تفاصيل الحياة البشرية مع مرور الزمن. ستصبح السجلات الحافظة لحركاتنا، والمؤشرات الحيوية لصحتنا، وتعاملاتنا المالية محفوظة في «السحابة» الألكترونية التي تديرُها جهة شبه - إحتكارية متعددة القوميات، وقد تستخدَمُ هذه البيانات في إطار أسباب مشروعة (على سبيل المثال، البحث الطبي، أو لتحذيرنا من مخاطر صحية في بداية تشكّلها الأوّلي)؛ لكنّ توفير تلك البيانات لشركات الشبكة العالمية (الإنترنت) يؤذنُ بإزاحة ميزان القدرة (المالية والتقنية) من الحكومات ويمركِزُها في عالم الشركات التجارية العملاقة. يستطيع المدراء

التنفيذيون في عالم اليوم مراقبة العمّال الأفراد بطريقة أكثر توغلاً وصرامة ممّا دأب على فعله نظراؤهم الأوتوقراطيون (المستبدّون) التقليديون المهجوسون بممارسة السيطرة، وستُضافُ الكثير من الهواجس البشرية الخاصة بعامل «الخصوصية» إلى الهواجس الحاضرة: هل ستكون سعيداً لو أنّ فرداً عشوائياً يجلس قريباً منك في مطعمٍ أو حافلة عامة لنقل الركّاب يستطيع التعرّف عليك والسطو على معلوماتك التي تشكّل «خصوصيتك» الحصرية؟ أم هل ستكون سعيداً لو أنّ «الفديوهات» المزوّرة التي تظهر أنت فيها تصبح مقنعة (وغير قابلة لتفريقها عن الفديوهات الحقيقية، المترجمة) إلى حدّ تصبح فيه الشواهد البصرية غير قابلة للوثوق فيها أبداً؟

2. 3، ماذا عن وظائفنا؟

شهد نمطُ الحياة التي نحياها في وقتنا الحاضر (وأعني بذلك الطريقة التي نكتسبُ بها المعلومات ونتحصّل بها على الترفيه، فضلاً عن شبكات تواصلنا الإجتماعي) تغيّراً عظيماً إلى حدّ لم يكن بوسعنا تصوّره قبل عشرين سنة خلت، وبالإضافة لهذا فإنّ عصر الذكاء الإصطناعي لايزالُ يحبو في «طور الطفولة» في يومنا هذا بالمقارنة مع مايتوقّعه مناصروه ممّا سيحصل في العقود القادمة. ستحدث بالتأكيد وبكل وضوح إنزياحات عميقة في طبيعة العمل الذي نؤديه –باعتبارنا كائنات بشرية–، ولن تعمل هذه الإنزياحات الجوهرية على توفير المداخيل اللازمة لإدامة حياتنا فحسب بل ستساعدنا أيضاً في إضفاء معنى لحيواتنا وجماعاتنا البشرية؛ لذا فإنّ السؤال الإجتماعي والإقتصادي الأساسي الذي ينبغي أن نتساءله في هذا الموضع هو: هل سيكون هذا «العصر الآلاتي الجديد» مشابهاً لعصر التقنيات الاولى التي خلخلت المشهد البشري (شبكات السكك الحديدية والكهربة واسعة النطاق على سبيل المثال) وأعادت تشكيله عندما خلقت وظائف جديدة أكبر من تلك التي ساهمت باندثارها؟ أم أنّ الأمر سيكون مختلفاً هذه المرّة؟ شهدت الأجور الحقيقية للعمالة غير الماهرة في أوروبا وأمريكا الشمالية تراجعاً ملحوظاً خلال العقد الأخير، وبالطبع فقد تناقصت حظوظهم في الحصول على وظائف مناسبة كما تصاغر شعورهم الشخصي بالأمان من البطالة؛ لكن برغم هذه الحقيقة فثمة حقيقة أخرى مقابلة لايمكن نكرانها أو إغفالها: حصلت الغالبية الساحقة من البشر على نصيب معقول (لايمكن مقارنته بما حصل في العصور الصناعية السابقة) من الرفاهية الشخصية بسبب الفائض الإستهلاكي الذي حقّقته مفاعيل الثورة المعلوماتية في عالمنا

الرقمي، ولازالت الهواتف الذكية والحواسيب المحمولة تشهد تطوّرات متفجّرة بسرعة غير مسبوقة. بقدر مايتعلق الأمر بي فأنا أرى أنّ قدرتي على الولوج إلى عالم الشبكة العالمية (الإنترنت) لهي مسألة أعظم قيمة بكثير من إمتلاكي لسيارة فخمة بالإضافة لكون خدمة الإنترنت أرخص بكثير من تكلفة الحصول على تلك السيارة. من الواضح أنّ الآلات ستتكفّلُ بأداء معظم اعباء العمليات التصنيعية وسلاسل التوزيع العاملة بالتجزئة، كما أنّ الآلات ستكون قادرة على القيام بمعظم الاعمال التي يؤديها العاملون ذوو الياقات البيض (إشارة إلى المدراء التنفيذيين ورؤساء الشركات والعاملين في الوظائف الإدارية والمحاسبية والمكتبية، المترجمة): ستكون الآلات قادرة على النهوض بالأعمال القانونية الروتينية (مثل نقل الملكية)، والأعمال المحاسبية، والتشفير الحاسوبي والبرمجة الحاسوبية، والتشخيص الطبي، وحتى القيام بمهام الروبوتات الجراحية،،،،، وسيترتّبُ على هذا الأمر أنّ العديد من «المهنيين المتخصّصين» سيشهدون تناقصاً في الطلب على خدماتهم ومهاراتهم المكتسبة عبر سنوات من التدريب الشاق؛ وعلى العكس من هذا فإنّ بعض الأعمال الخاصة بالعمالة الماهرة في قطاع الخدمات (مثل السباكة ورعاية الحدائق) والتي تتطلّب نمطاً من التعامل غير الروتيني مع العالم الخارجي ستكون بين الأعمال العصية على الأتمتة (أي الأداء من قبل الروبوتات الآلية، المترجمة). لو شئنا الإستعانة بمثال يكثر الإستشهاد به فسنشيرُ إلى تهديد البطالة الخطير الذي يمكن أن يصيب أعمال ثلاثة ملايين من سائقي الشاحنات في الولايات المتحدة وبخاصة بعد أن صارت السيارات ذاتية القيادة تشهد قبولاً سريعاً في مناطق محدّدة بنيت فيها طرقات خاصة لمثل هذه السيارات. تتوفّر شواهد متزايدة على الميل المتعاظم في إستخدام آلات من غير سائق في البستنة وجني المحاصيل والثمار الزراعية؛ لكن الأمر الذي لم نتبيّنه بوضوح كافٍ هو المدى الذي ستبلغه هذا الآلات المؤتمتة في العمل بأمان عندما تواجه التعقيدات المتزايدة للقيادة الروتينية (التنقّل عبر الطرقات الصغيرة الملتوية ومشاركة الطرقات المدينية مع السيارات التي يقودها بشر وكذلك الدراجات الهوائية والبخارية والمارّة بعامة). أظنّ أن ممانعة شعبية ستواجه استخدام الآلات من دون سائق في هذه المواضع.

2. 4، ذكاء مماثلٌ للذكاء البشري؟

السيناريوهات التي ناقشتُها في المقطع الأخير (من المادة السابقة) باتت قريبة للتحقق وبما يكفي لتعزيز حاجتنا إلى التخطيط للتعامل المقبول معها وتكييف حيواتنا طبقاً لمحدّداتها؛ لكن ماذا عن التوقعات الأبعد مدىً؟ هذه التوقّعات مضبّبة للغاية، وليس ثمة من إجماعٍ بين الخبراء على السرعة التي بات يتطوّرُ بها **الذكاء الآلاتي Machine Intelligence** وكذلك على الحدود التي قد لايمكن للذكاء الإصطناعي تجاوزها.

يبدو أمراً معقولاً للغاية أن تتمكن منظومة للذكاء الإصطناعي المرتبطة بشبكة الإتصالات العالمية (الإنترنت) الإستحواذ على كلّ أرباح سوق الأسهم وذلك بسبب قدرتها الفائقة (غير المحدودة عملياً) على تحليل حجوم أكبر من البيانات وبسرعة أعظم بكثير من أي كائن بشري؛ لكن فيما يخصُّ **الملاقات التفاعلية Interactions** بين الكائنات البشرية ذاتها أو حتى مع البيئة المعقدة سريعة التغيّر (التي نلحظها في السيارات ذاتية القيادة على سبيل المثال) فإنّ قدرة المعالجة الحاسوبية ليست بالأمر الكافي لوحده؛ فالحواسيبُ تحتاجُ متحسّساتٍ تمكّنُها من الرؤية والسمع بطريقة كفوءة بمثل مايفعل الكائن البشري، وكذلك تحتاجُ إلى منظومة برامجية (سوفتوير) قادرة على معالجة وتفسير ماتمرّره هذه المتحسّسات؛ ومع ذلك فحتى هذه القدرات المتعاظمة ليست كافية لوحدها أيضاً: تتعلّمُ الحواسيبُ من «مجموعة التمارين» التي ينطوي عليها أداء الفعاليات المتشابهة بطريقة متكرّرة وبكيفية تسمحُ بمكافأة النجاح بطريقة فورية مباشرة وبما يعزّزُ من قوته وتأثيره. الحواسيبُ الخاصة بممارسة الألعاب تلعبُ ملايين الألعاب، والحواسيبُ الخاصة بتفسير الصور تحوز على خبرة متراكمة عبر دراسة

ومعاينة ملايين الصور. فيما يخصُّ السيارات ذاتية القيادة، ولكي تحوز على مثل هذه الخبرة الثمينة، فإنها في حاجة للإتصال مع بعضها فضلاً عن مشاركة وتحديث خزينها من المعرفة؛ أما التعلّم بشأن طبيعة السلوك البشري فهو أمرٌ يستلزمُ مراقبة الناس الحقيقيين في المنازل الحقيقية أو في أماكن العمل الحقيقية. يمكن للآلة أن تشعر بنوعٍ من الحرمان الحسي عند معاينتها وتعاملها مع البطء الكبير السائد في الحياة البشرية الواقعية، وهذا أمرٌ قد يصيبُ الآلة بالحيرة وعدم القدرة على اتخاذ القرار المناسب، ودعوني في هذا المقام أشير إلى هذا المقطع المقتبس من ستوارت راسل **Stuart Russell**، أحد المنظّرين القياديين في حقل الذكاء الإصطناعي: " يمكنُ للآلة أن تحاول فعل كل شيء: خفق البيض، وضع الكتل الخشبية فوق بعضها، مضغ الأسلاك، حشرُ الأصابع في موضع المآخذ الكهربائية،،، إلخ؛ لكن مامِن فعلٍ يمكنه توليد تغذية استرجاعية كافية ولها من التأثير القوي بحيثُ تجعلُ الحاسوب (أي الآلة، المترجمة) مقتنعاً بأنه على المسار الصحيح الذي سيقوده إلى الخطوة الصحيحة الضرورية التالية[10].

عندما يتمّ تجاوز محدّدات هذا الحاجز فحينئذ (وفقط حينئذ) يمكن لنا أن نتعامل مع كلّ أشكال الذكاء الإصطناعي على أنها كينونات ذكية (شبيهة بالكائنات البشرية، المترجمة) في مستطاعنا التواصل معها كما نفعل مع الكائنات البشرية الأخرى ولو في جوانب محدّدة على أقلّ تقدير، وستكون قدرة التفكير وإبداء ردود الفعل لدى هذه الآلات، وهي قدرات أسرع ممّا يحصل في الكائنات البشرية، ميزة تحقّقُ لها أفضلية على الكائنات البشرية.

يُبدي بعض العلماء مخاوف حقيقية بشأن إمكانية الحواسيب على تطوير «عقول خاصة بها» وبكيفية قد تمكّنُها من السعي لأهداف ذات مرامٍ عدوانية تجاه النوع البشري، وهم (أي العلماء) لاينفكّون يتفكّرون في المعضلة الإشكالية التالية: هل سيبقى أي ذكاء إصطناعي مستقبلي ذي قدرات قوية منصاعاً للرغبات البشرية أم انه قد يبدي سلوكاً مارقاً (تصعب السيطرة عليه)؟ هل سيفهّمُ هذا الذكاء المستقبلي الأهداف والدوافع البشرية وينحاز لها؟ وهل سيتعلّمُ بما يكفي عن الأخلاقيات والسلوكيات المتّسمة بالبداهة العامّة بحيث يكون عارفاً متى يتوجّبُ تغليب هذه الإعتبارات على سواها

من الدوافع (العدوانية أو المؤذية للنوع البشري، المترجمة). لو حصل وأن تمكّن الذكاء الإصطناعي المستقبلي من ولوج و«فلترة» **إنترنت الأشياء IoT** فسيكون قادراً حينها على التعامل الحر والمستقل مع بقية العالم بل وحتى إعادة تشكيله، وقد يمتلك أهدافاً مناقضة للتطلعات البشرية، بل وحتى قد يعاملُ البشر على أنّهم مجرّد أعباء فائضة عن الحاجة. الذكاء الإصطناعي ينبغي أن يمتلك «هدفاً»؛ لكن الأمر الشاق هو تنمية نوعٍ من «حسّ البداهة العامة» فيه. الذكاء الإصطناعي لاينبغي أن يسعى لتحقيق أهدافه مهما كانت بطريقة يبدو معها وكأنه مهجوس بتحقيق هذه الأهداف بطريقة استحواذية (مَرَضية)؛ بل يتوجّب في المقابل تطوير نمط من الجاهزية فيه تجعله يكفّ عن مساعيه عندما تتعارض مع الأعراف الأخلاقياتية المتّبعة.

ستعمل الحواسيب المستقبلية على تعزيز وتطوير المهارات الرياضياتية إلى حدود بعيدة، وربما حتى تعزيز القدرات الإبداعية الخلاقة. الهواتف النقّالة في أيامنا هذه تقدّمُ لنا قدرة تعويضية عن القدرات التخزينية الروتينية لذاكراتنا «البيولوجية»، فضلاً عن أنها توفّرُ لنا قدرة على الولوج شبه اللحظي إلى كل المعلومات المتاحة في العالم. القدرة على الترجمة من لغة ما إلى لغة أخرى ستصبحُ عمّا قريب أمراً روتينياً. ربما ستكون الخطوة التالية «زرع» ذاكرة إضافية أو حيازة مهارة لغوية عبر التعامل المباشر مع الدماغ البشري على الرغم من أنّ جدوى مثل هذه الفعاليات ليست واضحة حتى يومنا هذا. لو كان في مستطاعنا تعزيز أدمغتنا بمستزرعات **implants** ألكترونية فقد نصبحُ قادرين على نقل أفكارنا وذكرياتنا إلى آلة ما، ولو أنّ التوجّهات التطويرية في التقنيات الحالية مضت في سبيلها من غير توقف أو معارضة أو تعويقات فيمكن لبعض البشر الذين يعيشون بيننا في الوقت الحاضر حيازة الخلود ولو في نطاق محدود وبقدر مايمثّله كون أفكارهم وذكرياتهم قد تبقى خالدة محفوظة وغير مقيدة بأجسادهم الحالية التي ستبلى في يوم ما. إنّ هؤلاء الذين يسعون وراء هذا النوع من الحياة الأبدية الخالدة يمكنُ نعتهم –طبقاً للغة الروحانية ذات الأسلوب اللاهوتي العتيق– بأنهم «عبروا إلى الجانب الآخر من العالم».

نواجهُ بعد كلّ هذه الإشكاليات المعضلة الفلسفية الكلاسيكية الخاصة

بالهوية الذاتية. لو أنّ محتويات دماغك أفرِغت في آلة؛ فبأيّ معنى ستكون هذه المحتويات ممثلة لكينونتك الذاتية؟ هل ينبغي لك حينها الشعور بالاسترخاء التام اذا مافني جسدك وانطوى في العدم؟ ماالذي سيحصلُ لو تم استنساخ نسخ «معلوماتية» عديدة منك؟ وهل أن البيانات التي تنصبُّ على أعضائنا الحسية، وتفاعلاتنا المادية مع العالم الخارجي الواقعي هي من الأهمية الجوهرية بحيث تغدو هذه الأنعطافة الرقمية في هويتنا الذاتية لامستكرهة فحسب بل ومستحيلة أيضاً؟ هذه بعضٌ من الإشكاليات المعقدة التي تعامل معها الفلاسفة الأقدمون؛ لكنّ فلاسفة الأخلاقيات العملية قد يحتاجون قريباً للتعامل معها لأنها قد تكون وثيقة الصلة بالخيارات التي يتوجّبُ على البشر اعتمادُها في هذا القرن.

بالإشارة إلى هذه التنبؤات الخاصة بما قد يحصل بعد عام 2050 فإننا لانعلمُ تماماً أين يكمنُ الحدّ الفاصل بين ماقد يحصل وماقد يبقى محصوراً في نطاق رواية الخيال العلمي، وثمة رؤى كثيرة متباعدة فيما بينها على نطاق واسع: يرى بعض المختصّين (على سبيل المثال، ستوارت راسل من جامعة بيركلي في كاليفورنيا، وديمس هاسّابيس العامل في مشروع **DeepMind** «الذي مرّ وصفه سابقاً، المترجمة») أنّ حقل الذكاء الإصطناعي – مثل حقل التقنية البيولوجية التخليقية، يحتاجُ موجّهات دليلية خاصة بِـ «الإبتكار المسؤول»؛ في حين يوجد آخرون على شاكلة عالِم الروبوتيات سدني بروكس **Rodney Brooks** ممّن يرون أنّ تلك الهواجس المقلقة (بشأن مخاطر الذكاء الإصطناعي المستقبلي الفائق) بعيدة عن التحوّل لحقيقة واقعة وبالتالي فهي ليست مستحقة لكلّ ذلك التفكّر المقلق بعواقبها المؤذية، وهم يرون أنّ من الأفضل أن يُبدي البشر قلقاً أقلّ بشأن الذكاء الإصطناعي بالمقارنة مع حجم القلق الواجب توجيهه للحمق البشري الذي نشهده في العالم الحقيقي!!.

تقود شركاتٌ (مثل غوغل) القطاع البحثي في حقل الذكاء الإصطناعي، وهي تفعل هذا مستعينة بعمل وثيق الصلة وقريب للغاية من الدوائر الأكاديمية والمؤسساتية الحكومية، وصارت هذه القطاعات البحثية تتحدث بلسان واحد وصوت عالٍ يعلي شأن الحاجة إلى الإرتقاء بذكاء إصطناعي

«مفيد وذي اعتمادية عالية»؛ لكنّ الصراعات القطاعية تنشأ عندما تحصل الإنتقالة المتوقعة للذكاء الإصطناعي من الطور البحثي والتطويري إلى طور التطبيقات الواسعة التي تحقق أرباحاً غير مسبوقة للشركات العالمية.

لكن هل يعدُّ أمراً مهماً إذا مالمتلكت منظومات الذكاء الإصطناعي أفكاراً «واعية» بالمعنى السائد للوعي لدى الكائنات البشرية؟ يرى الرائد في علم الحاسوب إيدسغر ديجكسترا **Edsger Digkstra** أنّ هذا ليس بالسؤال المناسب (أي أنه سؤال سيئ الصياغة ill – posed question، المترجمة)، وهو يعلّق بهذا الشأن: «إن موضوعة كون الآلات قادرة على التفكير هي موضوعة ذات دلالة لاتختلف عن الدلالة الكامنة عند تساؤلنا عن إمكانية الغواصات على السباحة!». الحوت والغواصة كلاهما قادران على شق طريقهما في المياه؛ لكنهما يفعلان الأمر بطريقتين مختلفتين بصورة جوهرية. يبقى أمراً جوهرياً للعديدين، وبأعمق مايمكن تصوّره، فيما إذا امتلكت الآلات الذكية قدرة الإدراك الذاتي.

يمكن أن يكون روبوت فائق الذكاء بما يكفي هو آخر اكتشاف يحتاج البشر لتخليقه؛ إذ ماأن تتفوق الآلات على الذكاء البشري حتى يكون بمستطاعها تصميم وتجميع جيل جديد من الآلات الأكثر ذكاءً من الجيل السابق لها، وقد تكون بعض الأفكار في العلم التأمّلي والتي حيّرت عقول كبار الفيزيائيين في يومنا هذا (مثل: السفر عبر الزمن، الإلتواءات الفضائية، المنظومات الفيزيائية فائقة التعقيد،،،،) في متناول قدرة هذا الجيل الجديد من الآلات فائقة الذكاء، وهذا أمرٌ كفيلٌ بإحداث إنتقالة مادية واسعة النطاق في طبيعة العالم الذي نعيشه، وقد أشار راي كيرزويل **Ray Kurzweil** (سبقت الإشارة إليه في القسم 2. 1 في سياق مناقشة موضوعة حفظ الأجساد البشرية بالتجميد Cryonics) إلى أنّ هذا التقدّم المتواصل في الذكاء الإصطناعي الفائق يمكن أن يقود إلى تفجّر غير مسبوق في تطبيقات الذكاء الإصطناعي وبما يكفل تحقّق «متفرّدة **Singularity**» جديدة في عالمنا[11].

ثمة القليل من الباحثين وحسب ممّن يتشكّكون في أنّ الآلات الذكية ستتجاوز يوماً ما القدرات العقلية الأكثر تميزاً للنوع البشري، وتكمن الإختلافات بين الباحثين في مدى سرعة الوصول إلى هذا الهدف وليس

في حتمية الوصول إلى الهدف. إذا ماكانت رؤى الخبراء المتحمّسين للذكاء الإصطناعي الفائق مسوّغة فلن يستغرق الأمر سوى بضعة عقود حتى يتحقق تجاوز الآلات الذكية لقدرات البشر (المصنوعين من لحم ودم)، وقد يستغرق الأمر قروناً عديدة؛ ولكن بالمقارنة مع الدهور الطويلة التي تطلبها الإرتقاء التطوّري والذي إنتهى إلى نشوء النوع البشري ذاته فإنّ الزمن المطلوب لشيوع الذكاء الإصطناعي الفائق والعابر للقدرات البشرية لن يكون أكثر من رمشة جفن!. ليس هذا بالأمر المنذر بالنهايات القاتلة التي تقود لفناء البشرية بقدر مايمكن ان يكون دافعاً وسبباً لشيوع الروح التفاؤلية لدى الكائنات البشرية.

2. 5، مخاطر وجودية حقيقية؟

يعتمد عالمُنا بصورة متزايدة على شبكات معقّدة: شبكات نقل الطاقة الكهربائية، شبكات السيطرة على الملاحة الجوية، شبكة التعاملات المالية العالمية،،، إلخ، ومالم تكن هذه الشبكات تعمل بأقصى كفاءة ممكنة وقادرة على المطاولة ومواجهة المخاطر فإنّ الفوائد المتوقعة منها قد تصبح عرضة لتهديدات كارثية قد تعطّلها وتدفعها للإنهيار الشامل (رغم أنّ هذا الأمر نادر الحدوث). إنّ سيناريوهات تعطّل الشبكات العالمية هي تجسيدات واقعية لما حصل إبان الأزمة المالية العالمية عام 2008: ستصبح المدن العالمية مشلولة بالكامل من غير الكهرباء وستنطفئ كل الأضواء في العالم؛ لكن مع ذلك فإنّ هذه الأمور أبعد ماتكون عن النتيجة الكارثية الأكثر خطراً والمتمثلة في أنّ المدن وخلال بضعة أيام فحسب ستصبحُ أماكن غير مأهولة وساحة لفوضى شاملة. يمكن للنقل الجوي أن ينشر جائحاتٍ عالمية خلال أيام معدودات؛ الأمر الذي سيترتّبُ عليه غرق المدن العملاقة في فوضى شاملة وبخاصة في البلدان النامية، وفي الوقت ذاته يمكن لوسائل التواصل الإجتماعي أن تسهم في نشر الذعر والاشاعات وأنباء الهزّات الاقتصادية الخطيرة بسرعة الضوء. عندما ندركُ القدرة المتعاظمة لكلّ من التقنية الحيوية والروبوتيات والتقنية السبرانية والذكاء الإصطناعي والإمكانيات غير المسبوقة التي ستكون لهذه التقنيات في العقود القادمة فليس بمقدورنا التغاضي عن القلق المستديم بشأن الكيفيات التي يمكن بها إساءة استخدام هذه التقنيات الجبارة.

تخبرُنا السجلات التأريخية حكاياتٍ عن «حضارات» إنكفأت بل وحتى إنهارت وانتهت إلى زوال. إنّ عالمنا الحالي مرتبط مع بعضه بشكل

متداخل وكثيف بحيث بات من غير المحتمل أن لاتكون لأية كارثة تضرب أحد أجزائه مفاعيل خطيرة تشمل كل العالم في سلسلة من التداعيات المتسلسلة، وللمرة الأولى -ربما- نحن في حاجة للتأمّل الجاد في إمكانية حدوث إنهيار شامل (مجتمعي أو بيئي) يمثلُ تهديداً عولمياً خطيراً مهدّداً لوجود حضارتنا البشرية. يمكنُ لهذا التهديد الخطير أن يكون ذا صفة مؤقتة؛ لكنه على الجانب الآخر قد يكون ذا مفاعيل تدميرية تتسبّبُ في عواقب بيئية أو وراثية خطيرة إلى حدّ أن الناجين من هذه العواقب المهلكة قد لايكونون قادرين على إعادة تخليق حضارة جديدة بالوتائر السائدة في وقتنا الراهن.

لكنّ هذه السيناريوهات تستحثُّ السؤال التالي: هل يمكن أن توجد طائفة خاصة مستقلة من الوقائع المتطرفة التي قد تضع نهاية لنا جميعاً. دعوني أضع السؤال في صيغة أخرى: هل يمكن أن توجد كوارث محدّدة بمستطاعها وضع نهاية لكلّ البشرية بل وحتى كلّ أشكال الحياة التي نعرف؟ الفيزيائيون العاملون في مشروع مانهاتن **Manhattan Project** (الخاص بتصنيع القنبلة الذرية، المترجمة) خلال الحرب العالمية الثانية أثاروا مثل هذا النمط من الأسئلة التي تنطوي على مخاوف بروميثيوسية: هل يمكنُ أن نكون واثقين تماماً من أنّ تحقيق تفجير نووي لن يشعل كلّ النطاق الجوي المحيط بالأرض أو المحيطات؟ قبل اختبار (ترينيتي) عام 1945 والذي تمّ فيه تفجير القنبلة الذرية الأولى في ولاية نيومكسيكو أشار **إدوارد تيلر Edward Teller** واثنان من زملائه إلى هذه المعضلة، وجاء الأمر في صيغة ورقة بحثية تضمُ حساباتٍ نُشرت في وقت لاحق من جانب مختبر لوس ألاموس (الذي أوكل إليه تصنيع القنبلة الذرية، ومايزال مسؤولاً عن تطوير الأسلحة النووية في الولايات المتحدة الأمريكية، المترجمة)، وقد أقنع تيلر وزملاؤه أنفسهم بأن تفجير القنبلة الذرية ينطوي على عامل سلامة كبير (أي ليس ثمة خطورة تذكر من وراء انجاز هذا التفجير)، وقد أثبتت البراهين اللاحقة أنهم كانوا -لحسن حظّنا- محقّين. نعلمُ اليوم وبطريقة مؤكدة أن ليس بمقدور سلاح نووي مفرد مهما تعاظمت قدرته التدميرية أن يستثير تفاعلاً نووياً تسلسلياً يمكن أن يدمّر الأرض أو الغلاف الجوي المحيط بها.

لكن ماذا عن التجارب الأكثر تطرفاً من تجارب تفجير القنابل النووية؟

يسعى الفيزيائيون لفهم طبيعة الجسيمات التي تشكّلُ عالمنا وكذلك طبيعة القوى التي تحكمُ سلوك هذه الجسيمات، وهم (أي الفيزيائيون) متلهّفون لبلوغ أقصى مديات الطاقات والضغوط ودرجات الحرارة الممكنة، ولأجل تحقيق هذا الهدف فهم لايتوقفون عن بناء آلات ضخمة ذات تركيبات شديدة التعقيد، وأعني بذلك **مسرّعات الجسيمات Particle Accelerators**. الطريقة المثالية لانتاج تركيز عالٍ من الطاقة يكمن في تسريع ذرات معينة لسرعات فائقة تقاربُ سرعة الضوء ومن ثمّ مصادمة هذه الذرات مع بعضها: عندما تتصادم ذرتان مع بعضهما فإنّ البروتونات والنيوترونات المتسارعة فيهما تتسببُ في إحداث تفجير ينجم عنه كثافة وضغط أعظم بكثير ممّا كان عليه الحال داخل حدود النواة الذرية الطبيعية؛ الأمر الذي يتسبّبُ في إطلاق جسيمات **(الكواركات Quarks)** المكوّنة للبروتونات والنيوترونات، وقد تنحلّ الكواركات أيضاً إلى جسيمات أصغر من الكواركات. تعيدُ هذه الحالات تمثيل الظروف التي سادت خلال النانوثانية الأولى بعد **الانفجار الكبير Big Bang** الذي نشأ عنه الكون.

أثار بعض الفيزيائيين إمكانية أن تتسبّب مثل هذه التجارب (الإشارة إلى تجربة المصادم الهادروني الكبير LHC، المترجمة) في شيء أكثر سوءاً بكثير مثل تدمير الأرض بكاملها أو حتى الكون بأكمله، أو قد ينشأ عنها ثقب أسود يبتلعُ كلّ شيء حوله. تبعاً لنظرية آينشتاين في النسبية العامة فإنّ الطاقة المستلزمة لتخليق أصغر ثقب أسود يمكن تصوّره تتجاوزُ إلى حد بعيد كلّ الطاقات التي يمكن أن تنتج عن مثل هذه التجارب؛ لكن برغم هذا ثمة نظريات جديدة تفترضُ وجود أبعاد مكانية تتجاوزُ الأبعاد الفيزيائية الثلاثة التي نعرفها، وهذه نتيجة قد تتسبّبُ في نشوء حيز جذبي يمكن أن يتسبّب في تحوّل جسم صغير إلى ثقب أسود.

الإمكانية المرعبة الثانية تكمنُ في أنّ الكواركات قد تعيد تشكيل نفسها في هيئة **أجسام غريبة strangelets**، وهذه لن تكون مؤذية في حد ذاتها؛ لكن برغم هذا ترى بعض الفرضيات أن هذه الأجسام الغريبة قد تحوّل كل شيء تتلامس معه فيزيائياً إلى نوع جديد من المادة؛ الأمر الذي قد يحوّلُ الأرض بأكملها إلى كرة صلبة فائقة الكثافة ذات قطر يمتدُّ لبضع مئات من الأمتار.

النوع الثالث من الأخطار التي يمكن أن تنشأ عن تجارب مصادمة الجسيمات الأولية هي الأكثر غرابة من سواها والأكثر خطورة في الوقت ذاته لأن النتيجة الكارثية الناجمة عنها تشمل الفضاء كله. الفضاء الفارغ (الذي إعتاد الفيزيائيون على توصيفه بوصف **الخواء The Vacuum**) هو شيء أكثر من محض كينونة فارغة من أي محتوى بل هي الخلفية التي يحصل فيها كل شيء ممكن لكونها تضمُّ كل أشكال القوى والجسيمات التي تحكمُ العالم الفيزيائي (المادي) فضلاً عن كونها المستودع الذي يحتوي الطاقة المظلمة التي توجّهُ مصير العالم. يرى بعض الفيزيائيين أنّ الطاقة المركّزة الناشئة عن تصادم الجسيمات مع بعضها في تجارب التصادم الكبرى يمكن أن تنشأ عنها «**إنتقالة طورية Phase Transition**» تؤثر في إعادة تشكيل البنية الفضائية، وقد تكون هذه الإنتقالة الطورية فاجعة كونية شاملة.

تميل النظريات الأكثر موثوقية من سواها إلى تأكيد المفاعيل الآمنة لهذه التجارب، وتنتهي هذه النظريات إلى اعتبار المخاطر الناجمة عن مثل تجارب التصادم الجسيمي هذه (صفراً) طالما بقيت في حدود الطاقات التي تتيحها قدراتنا التقنية الحالية؛ لكن برغم هذا يمكن للفيزيائيين أن يحلموا بنظريات بديلة (وأن يكتبوا معادلات مناسبة لها) متوافقة مع كل شيء نعرفه؛ لذا لن يكون مناسباً إستبعاد أي سيناريو بصورة مطلقة حتى لو بدا غير ممكن إلى أبعد الحدود. لحسن الحظ فإنّ التطمين يمكن تقديمه في سياق شواهد طبيعية، وقد كنتُ واحداً من الفيزيائيين الذين أشاروا إلى أنّ **الأشعة الكونية Cosmic Rays** –المتكونة من جسيمات ذات طاقات أعلى بكثير من طاقات الجسيمات الناشئة من مصادمات الجسيمات– والتي تتصادم جسيماتها بشكل عادي ومستديم في مجرّتنا لم يحصل أن أثرت على بنية الفضاء أو شوّهت هندسته[12]، ولطالما توغّلت هذه الجسيمات الكونية عميقاً في النجوم عظيمة الكثافة من غير أن تتسبّب في تحوّلها إلى جسيمات غريبة.

يتوجّبُ على العلماء البيولوجيين تجنّبُ تخليق أجيال من الكائنات الممرضة المعدّلة وراثياً ذات التأثيرات شديدة الخطورة على البشر، وكذلك يتوجّبُ عليهم تجنب التعديلات واسعة النطاق على التركيبة الجينية البشرية. يدرك المختصون السبرانيون المخاطر المحيقة بالانهيار المتسلسل للبنيات

التحتية التي تديمُ حياة البشر في عالمنا، كما يدرك المبتكرون العاملون على تطوير تقنيات متقدمة في الذكاء الاصطناعي المخاطر التي قد تنشأ عن هذه التقنيات، ويتوجّبُ عليهم دوماً وفي كل الحالات تجنبُ السيناريوهات التي يمكن فيها للآلة أن «تسود العالم». يميلُ العديد منّا إلى استبعاد مثل هذه المخاطر واعتبارها خيالاً علمياً؛ لكن متى ماعرف الجمهور الواسع المديات الخطيرة التي قد تبلغها مفاعيل هذه السيناريوهات الخطيرة فحينئذ لاينبغي استبعادها حتى لو كان الإحتمال الأكبر يرجّحُ عدم حصولها.

الأمثلة السابقة بشأن المخاطر الوجودية القريبة من السيناريوهات الكارثية توضّح بأجلى طريقة الحاجة إلى خبرة مشتبكة interdisciplinary فضلاً عن التفاعل المناسب بين الخبراء والجمهور العام. بالإضافة لهذا فإنّ التوثّق من كون التقنيات المستجدّة يتمّ تطويعها بصورة مثلى هو أمرٌ يستلزم من المجتمعات أن تفكّر بطريقة عالمية وفي سياق بعيد المدى يتجاوز كل المحدوديات المحلية. هذه الموضوعات الأخلاقياتية والسياسية سيتمّ تناولها بطريقة موسّعة في الفصل الخامس من هذا الكتاب.

بمناسبة حديثنا عن المخاطر الوجودية الحقيقية، وفي سياق متصل بهذه المخاطر، يتوجّبُ علينا أن نتفحّص الأولوية التي ينبغي أن نخصّصها لموضوعة تجنّب هذه المخاطر الكارثية الحقيقية، وأنّ هذا الأمر يعتمدُ على سؤال أخلاقي سبق أن كان مدار مناقشة مستفيضة من جانب الفيلسوف ديريك بارفِت **Derek Parfit**، وجوهر هذا السؤال هو حقوق هؤلاء الذين لم يولدوا بعدُ. تأمّل جدياً في السيناريوهين التاليين: السيناريو (أ) الذي سيتسبّبُ في موت 90% من البشر، والسيناريو (ب) الذي سيتسبّبُ في موت 100% من البشر. كم مرة ترى السيناريو (ب) أسوأ من السيناريو (أ)؟ سيقول البعض أنه أسوأ بمقدار الفارق الكامن في قيمة الـ 10%؛ غير أنّ بارفت يقدّمُ رؤية جدالية مفادُها أن السيناريو (ب) أسوأ بما يستعصي على أية مقارنة رقمية لأنّ الانقراض البشري يضعُ نهاية لوجود بلايين (وربما حتى تريليونات) من البشر المستقبليين فضلاً عن العملية التطورية اللانهائية الكامنة في المستقبل مابعد الانساني **Posthuman** الذي قد يتيحُ إمكانية انتقال النوع البشري لحدود خارج نطاق الأرض[13]. يوجّه بعض

الفلاسفة نقداً لمحاججة بارفِت منكرين عليه أن يعتبر «البشر المحتملين في المستقبل» موازين في الأهمية للبشر الحقيقيين الذين نشهدهم في الحاضر، ويتجوهر هذا النقد في العبارة التالية: «نحنُ نسعى لجعل عدد أكبر من البشر سعداء وليس لتخليق عدد أكبر من البشر الذين هم سعداء في الأصل!».

لكن برغم كل شيء، وبعيداً عن هذه الألعاب الفكرية الخاصة بِـ «البشر المحتملين في المستقبل» فإنّ الأفق المحتمل لبلوغ نهايةٍ لقصة وجود النوع البشري سيُحزِنُ الكثيرين منّا ممّن يعيشون في أيامنا هذه. إنّ معظم البشر المدرِكين لثراء الإرث الانساني الذي تركته لنا الأجيال السابقة سيصيبهم الاكتئاب لدى معرفتهم بأن لن تكون ثمة أجيال بشرية قادمة (إشارة إلى الإنقراض البشري الناجم عن واحد من السيناريوهات الكارثية، المترجمة)، وحتى لو عقدنا رهاناً بشأن عدم إمكانية تجربة لمصادم الجسيمات أو كارثة جينية في وضع نهاية للوجود البشري فإنني أرى من جانبي أنّ مثل هذه التصوّرات الكارثية تستحقُّ التفكّر باعتبارها سيناريوهاتٍ ممثلة لِـ «**تجارب فكرية Thought Experiments**»؛ إذ ليس لنا في وقتنا هذا مايمكن أن يمنحنا ثقة مؤكدة في أنّ النوع البشري سيتجاوز كلّ المخاطر الممكنة التي ستأتي بها التقنيات المستقبلية؛ ولكن في كلّ الأحوال فإنه لمن الضرورات القصوى ذات الأهمية الفائقة أن نتفكّر في العبارة التالية: الأمور التي لم نعْتَد عليها ليست مماثلة للأمور غير المحتملة "[4]".

إنّ مثل هذه الأسئلة الأخلاقية هي بالتأكيد بعيدة عن معضلات المعيش اليومي لغالبية البشر؛ لكنها تبقى أسئلة جوهرية يتوجّبُ التفكّر الجدي بها على أوسع النطاقات الممكنة، ومن الأمور الطيبة وجود بعض الفلاسفة الذين يسائلون مثل هذه الموضوعات الإشكالية وإن كانوا في حومة مساءلاتهم تلك يمثلون تحدّياً للعلماء أنفسهم؛ لكنهم (أي الفلاسفة) في كل الأحوال يقدّمون سبباً إضافياً يدفعُ باتجاه تناول جوانب محدّدة في العالم المادي والتي قد تبدو بعيدة عن نطاق اهتمامات الجمهور العام، مثل: إستقرارية الفضاء، ونشوء الحياة، ومدى وطبيعة ماقد نطلق عليه توصيف «الواقع المادي (الفيزيائي)». إنّ مثل هذه الأفكار تقودنا من التفكّر في نطاق محلي ضيق إلى منظور كوني أكثر رحابة، وهذا هو جوهر الموضوع الذي سأتناوله في الفصل القادم.

-3-

الإنسانية في منظور كوني

3. 1، الأرض في سياق كوني

صوّر الملّاح الفضائي لمركبة أبولو عام 1968، بِل أنديرز **Bill Anders**، عملية «شروق الأرض Earthrise» مظهراً الأرض البعيدة وهي تلتمعُ فوق خطّ الأفق القمري، وهو إذ فعل هذا لم يدرك لحظتها أنّ هذه الصورة ستصبحُ الصورة الأيقونية التي إعتمدتها الحركة المدافعة عن البيئة العالمية. كشفت هذه الصورة عن النطاق الحيوي المعقّد للأرض في مقابل الصورة القمرية الفقيرة التي إلتقطها نيل أرمسترونغ **Neil Armstrong** عقب سنة من هذا الحدث والتي قال فيها مقولته الذائعة «هذه محض خطوة صغيرة واحدة». الصورة الشهيرة الأخرى هي تلك التي أُلتُقِطت عام 1990 من قبل المسبار **Probe** (فويجر 1) من مسافة تناهزُ الستة بلايين من الكيلومترات، والتي بدت فيها الأرض «نقطة زرقاء شاحبة» ألهمت أفكار كارل ساغان **Carl Sagan** فكتب عنها[1]:

أنظرْ ثانية إلى تلك النقطة. تلك النقطة هي هنا، هي الموطن، هي نحن. عليها يعيشُ كلّ من تحب، وكلّ من تعرف، وكلّ من سمعت عنه،،، وكلّ كائن بشري وجِد يوماً ما إنما عاش حياته على أديمها: كلّ قدّيس وكلّ آثم في تأريخ نوعنا البشري عاش هناك، في تلك النقطة البعيدة التي لاتبدو أكثر من ذرّة غبار معلّقة في شعاع شمسي.......

كوكبنا هذا (الأرض) ليس سوى بقعة مستوحدة في الظلمة الكونية العظيمة التي تملأ الكون، وليس ثمة من إشارة تفيدُ بإمكانية أن يأتينا العون من مكان ما في هذا الكون لكي ينقذنا ممّا قد نفعل بأنفسنا. الأرض هي

المكان الأوحد المعروف عنه بأنه يؤوي حياة (بيولوجية معقدة) ويمدّها بأسباب الديمومة، وسواءٌ أعجبك الأمر أم لم يعجبك فإنّ الأرض في هذه اللحظة هي حيث نضع مواطئ أقدامنا، وحيث نشكّل موقفنا منها طبقاً لأفعالنا البشرية ومايمكن أن تأتيه من أفاعيل طيبة أو سيئة.

هذه المشاعر الجياشة بالعاطفة الساخنة تجاه الأرض تجد صدى لها في أيامنا هذه؛ إذ تشيع حقاً مناقشات جادة بشأن أهمية الإستكشاف الكوني في آفاق أبعد من المنظومة الشمسية (سواءٌ بالآلات وحدها أم بالتشارك بين الآلات والكائنات البشرية)، وإمكانية أن يصبح هذا الأمر حقيقة واقعة حتى لو حصل الأمر في المستقبل البعيد للغاية (لاتزال فويجر 1 حتى اليوم تتحرّكُ في الجبهات المتقدّمة من المنظومة الشمسية، وسيستغرقها الأمر عشرات الألوف من السنوات لكي تبلغ النجم الأقرب إلى الأرض!).

تراكمت في ذخيرتنا المعرفية منذ عصر داروين الكثير من التفاصيل المؤكدة للتأريخ الطويل للأرض، وداروين ذاته ينتهي إلى حصيلة إستنتاجية في مؤلفه ذائع الشهرة في **أصل الأنواع On the Origin of Species** يجملُها بالكلمات التالية:

في الوقت الذي مضى فيه هذا الكوكب (الأرض، المترجمة) يدور بكيفية تنصاعُ للقوانين الثابتة للثقالة Gravity، من بداية مفرطة البساطة؛ فإنّ أشكالاً لانهائية في تعدّدها وساحرة في جمالها من الحياة ظهرت فيه، ولازالت تظهر حتى يومنا هذا. إنها تتطوّرُ على نحو مستديم........

إنّ مانتطلّعُ إليه اليوم هو التأمّل الدقيق في تلك الأزمان السحيقة في القدم، وتوظيفها لتخمين ماسوف يؤول إليه المستقبل. هذه هي الموضوعات الرئيسية التي تشكّلُ المتن الجوهري لهذا الفصل.

«البداية البسيطة» التي أشار إليها داروين فيما سبق والتي شاعت في بواكير نشأة الأرض هي تركيبة معقّدة في كيميائها وهيكليتها، ويسعى الملاحون الفضائيون لإستكشاف أفضل وأكثر دقة لآماد زمنية أقدم من تلك التي عناها داروين وكذلك تلك التي بلغها الجيولوجيون؛ إذ أنّ الطموح

هو معرفة التفاصيل الدقيقة لأصل الكواكب، والنجوم، والذرات المكوّنة لكلّ منها.

تشكّلت منظومتنا الشمسية بأكملها من تكاثف حلقة دوّارة متعرّجة من الغاز الغباري قبل أربعة بلايين ونصف سنة خلت (بالتقريب)؛ لكن من أين جاءت الذرات هذه التي شكّلت منظومتنا الشمسية؟ ولماذا ذرّات الأوكسجين والحديد هي الأكثر شيوعاً دون سواها من الذرات المعروفة (ذرات الذهب مثلاً)؟ لم يدرك داروين المغزى الكامل الذي ينطوي عليه هذا التساؤل لأنّ وجود الذرات بذاته كان موضوعة إشكالية كثر الجدال حولها في أيامه؛ لكننا نعرف اليوم أننا لانتشارك الأصل ذاته والكثير من الجينات مع كامل شبكة الحياة على الأرض (إشارة إلى الكائنات الحية، المترجمة) فحسب لكننا نمتلك ايضاً روابط وثقى مع الكون ذاته. الشمس والنجوم هي مفاعلات تعمل وفقاً **للإنصهار النووي Nuclear Fusion**، وتستمدّ طاقاتها من إنصهار ذرات الهيدروجين وتحوّلها إلى ذرّات هليوم، ومن ثمّ تتحوّلُ ذرات الهليوم إلى ذرات كاربون وأوكسجين وفسفور وحديد وعناصر أخرى في الجدول الدوري، وعندما تنهي النجوم أعمارها تلفظ المواد «الناتجة من هذه التفاعلات الإنصهارية» إلى الفضاء مابين النجمي (عن طريق الإنفجارات العملاقة «السوبرنوفا» في حالة النجوم عظيمة الكتلة). إنّ بعضاً من هذه المواد الملفوظة في الفضاء يجري إعادة تدويرها لتشكيل نجوم جديدة. الشمس ذاتها كانت واحدة من هذه النجوم الجديدة.

كلّ ذرة نموذجية من تريليونات ذرات الكاربون المشكّلة لغاز ثنائي أوكسيد الكاربون CO_2 الذي يدخل أجسامنا مع كلّ شهقة لها تأريخ درامي يمتدّ عميقاً في التأريخ البعيد ولما يقاربُ أكثر من خمسة بلايين من السنوات، وربما كانت هذه الذرة الكاربونية قد أطلِقت إلى الغلاف الجوي (الأتموسفير) عندما أحرقت كومة من الفحم – كومة هي ذاتها بقايا شجرة تعود إلى غابة بدائية قبل مائتي مليون من السنوات، وقبل ذلك كانت تلك الذرة قد دوّرت فيما بين القشرة الأرضية والغلاف الحيوي والمحيطات طيلة الحقبة الزمنية التي تشكّل خلالها كوكب الأرض، ولو مضينا أبعد في ترسّم تأريخ تلك الذرة لرأينا أنها كانت بعض مكوّنات نجم قديم إنفجر

باعثاً ذرات الكاربون التي راحت تجول في الفضاء مابين النجمي متكثّفة في هيأة منظومة شمسية بدائية ثم -لاحقاً- إستحالت الكينونة الأولية لكوكب الأرض. نحنُ (حرفياً وبكل ماتحمله العبارة التالية من معنى) رمادُ النجوم القديمة الميّتة، أو (وبطريقة أقلّ درامية من العبارة السابقة) المخلّفات النووية الناجمة عن الوقود الذي يجعل النجوم تشعُّ في السماء.

الفلك علمٌ موغل في القدم (ربما يكون أقدم العلوم باستثناء الطب)، ومن جانبي سأجادلُ بأنّ علم الفلك هو العلم الاوّل الذي جاء الكثير من الأمور الطيبة بعيداً عن كلّ أذى متصوّر، وقد تحقّق هذا الأمر عبر تطوير التقاويم الزمنية، وحفظ السجلات، والملاحة البحرية. من جانب آخر فإنّ الإستكشاف الكوني كان امراً خاضعاً لمجادلات سجالية كثيرة حتى العقود الأخيرة القليلة الماضية. توجد اليوم آثارٌ لأقدام الإنسان على القمر، والمجسات الروبوتية المنطلقة صوب الكواكب الأخرى راحت ترسلُ الصور التي تكشف عن وجود عوالم متنوعة غريبة ومدهشة، وقد حطّت بعض تلك المجسات الروبوتية على كواكب معينة من تلك الكواكب. التلسكوبات الحديثة من جانبها لم تزل توسّعُ آفاقنا الكونية، وقد أتاحت لنا هذه التلسكوبات رؤية «حديقة حيوان» تعجُّ بالأجسام الغريبة: ثقوب سوداء، نجوم نيوترونية، تفجّرات عملاقة،،،، إلخ. تقبع شمسنا في مجرتنا، درب التبّانة **Milky Way**، التي تضمُّ أكثر من مائة بليون من النجوم، وكلها تدور حول مركز رئيسي يترصّده ثقب أسود بالغ الضخامة، وهذه المجرّة بدورها هي واحدة بين مائة بليون من المجرات الأخرى التي يمكن رؤيتها بواسطة التلسكوبات. كان في مستطاعنا في السنوات الماضية تسجيلُ «أصداء» من «الإنفجار الكبير» الذي أطلق شرارة بدء توسّع كوننا بكامله قبل 13.8 بليون سنة. هذه هي الحكاية التي تخبرنا كيفية نشأة الكون، فضلاً عن نشأة كلّ الجسيمات الأساسية في الطبيعة.

العلماء النظريين من أمثالي الذين أدمنوا الجلوس في مقاعدهم الهزازة قد ينسّبون القليل من الفضل لذواتهم في تحقيق هذا التقدّم العظيم؛ إذ الفضلُ كلّه إنما يعودُ -بصورة رئيسية- للتطوّرات الكبرى التي حصلت في التلسكوبات والسفن الفضائية والمجسات الروبوتية والحواسيب، وإنه

لزامٌ علينا إبداء أعظم دلائل الشكر والعرفان لهذه التطوّرات التي جعلتنا نبدأ في تلمّس خطوات الفهم الحقيقي لسلسلة الوقائع الممتدة من تلك البداية الغامضة التي كان فيها كلّ شيء مضغوطاً تحت درجات حرارة مفرطة عالية وكثافات عالية كذلك، ومنها إنبثق كلّ شيء في الكون: الذرات، والمجرّات، والكواكب، كما صرنا نتفهّمُ الكيفية التي أتاحت لواحد من تلك الكواكب (الأرض) أن يجعل الذرات تتجمّعُ معاً لتشكّل الكينونات الحية الأولى التي قدحت شرارة التطوّر الداروينى الذي قاد في نهاية المطاف لتخليق كائنات مثلنا قادرة على التفكّر في مغاليق أحجية التطوّر ذاتها وكلّ التفاصيل المرتبطة بها.

العلم ثقافة عالمية حقيقية، تطوي كلّ حدود القومية والمعتقدات تحت جناحيها، ويصدُقُ هذا الأمر بخاصة في حقل الفيزياء الفلكية لأنّ السماء الممتدة والمرصّعة بالنجوم في الليل والمكشوفة لكلّ فرد منّا هي الخصيصة العالمية الأكثر شيوعاً في بيئتنا الأرضية، ولطالما حدّق البشر – باختلاف منابتهم في العالم وعبر كلّ أطوار التأريخ البشري– عالياً شاخصين بأبصارهم إلى النجوم ومفسّرين طبيعتها بطرق متباينة، وقد صارت السماء في الليل وبخاصة في العقد الماضي أكثر فتنة عمّا كانت عليه بالنسبة لأسلافنا من ذي قبلُ. تعلّمنا في العقود الماضية أنّ أغلب النجوم ليست محض نقاط براقة تومض في السماء بل هي أجرام تدور حولها كواكب تماماً كما هو الحال مع الشمس التي نعرف، وماذا يثيرُ الدهشة أنّ مجرّتنا (درب التبّانة) تضمّ الملايين من الكواكب التي تشبه الأرض وتبدو قابلة للإستيطان وإدامة حياة مخلوقات ما؛ لكنّ السؤال الجوهري هو: هل هذه الكواكب مسكونةٌ بمخلوقات ما حقاً؟ وهل توجد فيها حياة، أو حتى حياة ذكية؟ إنّه لأمرٌ في غاية المشقة أن نتصوّر وجود سؤال أكثر أهمية من الاسئلة السابقة ونحنُ نحاولُ فهم مكانتنا في المخطط الكوني للأشياء.

واضحٌ من التغطية الإعلامية الواسعة أنّ الموضوعات اعلاه تدهشُ الملايين وتدفعهم لمتابعتها بشغف، وسيكون أمراً يبعثُ على الرضى والسعادة بالنسبة لعلماء الفلك (ولعلماء آخرين يعملون في حقول علمية مختلفة مثل البيئة) عندما يعلمون أنّ حقولهم العلمية صارت ميداناً يجتذب

أوسع الإهتمام من جانب القطاعات الشعبية العامة، وبقدر مايختصُّ الأمر بي فستكون سعادتي أقلّ قدراً لو إستطعتُ مناقشة عملي البحثي مع بضعة أنفارٍ متخصّصين من زملائي العلماء ممذا لو إستطعتُ نشر أفكاري على أوسع نطاق جمعي ممكن، وثمة خصيصة إيجابية تدعم نشر الثقافة العلمية على أوسع نطاق ممكن عندما يحتفظ الموضوع العلمي موضع النقاش بصورة إيجابية غير مهدّدة في أذهان الناس على شاكلة الفيزياء الفلكية والكوسمولوجيا، وعلى خلاف النظرة السلبية المنحازة بالضد من موضوعات علمية بعينها مثل: العلوم النووية، الروبوتيات، الهندسة الوراثية،،،. لو كنتُ مسافراً في طائرة ولم تكن لي رغبة في تبادل الحديث مع شخص يجلس في المقعد الملاصق لي، فمن المؤكّد أنّ بدء الحديث معه بالقول: «مرحباً. أنا عالم رياضيات» لكفيل بإنهاء أية إمكانية لمواصلة الحديث معه؛ لكن بخلاف هذا فإنّ القول «مرحباً. أنا عالمٌ فلكي» غالباً مايثيرُ الرغبة والشغف في مواصلة الحديث، والتساؤل الأوّل الذي سيثيرُ شهية التحاور اللاحق هو في الغالب: «هل تعتقدُ بوجود الكائنات الفضائية، أو هل نحنُ وحيدون في الكون؟». إنّ مثل هذه التساؤلات تدهشني أنا أيضاً وأجدني دوماً حاضراً لمناقشتها مع أيّ كان وبسعادة بالغة، وبالإضافة لذلك فإنّ مثل هذه التساؤلات لها فضيلةٌ إضافية باعتبارها آلية رائعة في بدء الحوارات المنتجة، وتنطوي هذه الخصيصة في أن لاأحد من المتحاورين يعرف الجواب النهائي؛ وعليه سيكون القليل من الفجوة والتباعد بين «الأخصائي» الخبير في عمله العلمي والمتسائل العام الشغوف بالموضوعات العلمية ذات الإمتدادات الفلسفية في النطاقات العامة. ليس من دهشة غير مسبوقة بشأن هذه السعادة المجتناة من هذا النمط من التحاور بين الخبراء العلميين والعامة الشغوفين؛ لكن يبدو في وقتنا الحاضر، وللمرة الأولى، أننا نختزن أملاً واسعاً في إمكانية الحصول على إجابات دقيقة على مثل هذه التساؤلات.

يعود تأريخ التفكّرات التأملية في موضوعة «تعدّدية العوالم المستوطَنَة» بعيداً في قدمه السحيق؛ لكن منذ القرن السابع عشر وحتى القرن التاسع عشر شاعت قناعة واسعة بأنّ الكواكب الأخرى (بجانب الأرض) في المنظومة الشمسية لابدّ أن تكون مستوطنة بكائنات ما، وكان التسويغ المعلن وراء

هذه القناعة لاهوتياً أكثر من كونه علمياً؛ فقد جادل المفكّرون العِظام في القرن التاسع عشر بأنّ الحياة التي نعرف (بمعناها البيولوجي، المترجمة) يجب أن تسود الكون كلّه لأنّ الأمر إذا كان بخلاف ذلك فإنّ تلك الأصقاع الشاسعة من الكون ستبدو مثل فضلات مهملة لاحاجة لها على الرغم من كونها بعض صنائع الإله. يمكنُ أن نقرأ نقداً مذهلاً لمثل هذه الأفكار اللاهوتية في الكتاب الممتع الذي كتبه الفرد راسل والاس **Alfred Russell Wallace** بعنوان (**مكانة الإنسان في الكون**)، وراسل كما نعرف هو أحد مطوّري نظرية الإنتخاب الطبيعي[2]. وجّه والاس سهام نقده اللاذع، وعلى وجه التخصيص، نحو الفيزيائي **ديفيد بريوستر David Brewster** (الذي يذكره الفيزيائيون لابتكاره «زاوية بريوستر» في علم البصريات) الذي جادل مستنداً على هذه الرؤى اللاهوتية في كتابه المعنون (**عوالمُ أكثر من عالم واحد More Worlds than One**) بأنّ القمر «لو قُدّرَ له أن يكون محض مصباح يضيء الأرض فلن تكون ثمة حاجة حينها لأن يكون سطحه مشغولاً بالجبال المتعرّجة وفوهات البراكين الهامدة والكتل الكبيرة من المادة التي تعكس مقادير متفاوتة من الضوء وتعطي شكل القمر المرئي ذلك السطح الذي نستبينُ فيه قارات وبحاراً. كان القمر سيخدمُ الأرض كمصباح مضيء أفضل من القمر الحالي لو كان سطحه قطعة متصلة ناعمة (مثل مرآة صقيلة، المترجمة) من الجبس أو الطباشير».

مع خواتيم القرن التاسع عشر بات العديد من الفلكيين مقتنعين غاية الإقتناع بوجود الحياة في كواكب أخرى من كواكب المنظومة الشمسية إلى الحدّ الذي دفع لتخصيص جائزة مالية دسمة (مائة ألف من الفرنكات!!) لكلّ من ينجحُ في تحقيق رابطة تواصلية مع كائنات من الكواكب الأخرى، ومن المثير معرفة أنّ تلك الجائزة إستثنت الإتصال مع الكائنات المريخية منها باعتبار أنّ تحقيق الإتصال معهم مسألة غاية في اليُسر وتعدُّ أمراً مفروغاً منه وبحكم البداهة المتفق عليها، وكان التسويغ الخاطئ لهذه القناعة الراسخة بوجود كائنات مريخية هو رصدُ وجود قنوات (تبدو مثل قنوات مائية) على سطح المريخ، وقد أتخِذت هذه القنوات دليلاً لايَرَدُّ على وجود حياة ذكية على سطح الكوكب الأحمر.

مثّل عمر الكون دوماً مادة تستجلب الكثير من الإنتباه الجمعي. الزُهرة، ذلك الكوكب الغائم الذي وعدنا بأن يكون مثل المستنقعات الإستوائية المورقة صار في نهاية الأمر ثقباً جحيمياً قاتلاً لكلّ شكل من أشكال الحياة. عُطارد هو الآخر ليس أكثر من صخرة تموج بالتقرّحات المنتفخة، وحتى المريخ الذي بدا يوماً ما أكثر الكواكب شبهاً بالأرض كُشِف بأنه ليس أكثر من صحراء ممتدة يابسة يحيطها غلاف حيوي شديد الرقّة؛ لكن على كل حال ربما يكون المجسّ الفضائي **Curiosity** الذي أطلقته وكالة ناسا الأمريكية قد إكتشف دلائل على وجود الماء على سطح هذا الكوكب فضلاً عن غاز الميثان الذي ينبعث من مكامن تحت سطح الكوكب (وقد يكون هذا الإنبعاث ناجماً عن تحلل عضويات عاشت عليه منذ أزمان سحيقة)، لكن ليس من دلائل قاطعة على وجود حياة عضوية على سطح هذا الكوكب في وقتنا الحاضر على الأقلّ.

3. 2، نحو حقبة مابعد – إنسانية

ماالسبب الذي يقف وراء كون هؤلاء المغامرين الفضائيين يمثّلون أهمية فائقة؟ البيئة الفضائية شديدة العدوانية بالنسبة للكائنات البشرية؛ لذا فإنّ هؤلاء البشر المغامرين في أجواء الفضاء البعيدة عن الأرض سيكونون متكيّفين بصورة غير ملائمة إلى أبعد الحدود في مستوطنتهم الفضائية الجديدة، ولهذا السبب ذاته فإنّ الرواد المستكشفين الطليعيين سيمتلكون حافزاً دافعاً أعظم ممّا يتوفّر لسواهم في إعادة تصميم هندستهم البشرية بالمقارنة معنا نحن البشر الذين لم نفكّر يوماً في مغادرة الأرض. سيطوّعُ هؤلاء الروّاد كلّ التقنيات الفائقة في حقل الهندسة الوراثية والكائنات السايبورغية والتي ستشهد تقدّماً متعاظماً في العقود القادمة، ويأملُ المرء أنّ هذه التقنيات سيتمّ ضبطها بصرامة على الأرض وإخضاعها للقواعد الحصيفة على المستويين التطبيقي والأخلاقياتي؛ لكنّما «مستوطني» المريخ –مثلاً– سيكونون، وإلى أبعد الحدود المتصوّرة، في حلّ من تطبيق هذه الضوابط الصارمة على الأرض، وليس لنا إلا أن نتمنّى لهم أطيب الحظوظ في إجتراح تعديلات راديكالية على ذريتهم المريخية لجعلهم أكثر قدرة على التكيّف مع بيئاتهم الفضائية المستجدّة، وقد تكون هذه هي الخطوة الأولى لتحقيق إنعطافة مفارقة نحو نوع بشري جديد. التعديل الجيني سيكون معزّزاً بالتقنية السايبورغية، وسيكون، ربما، ثمة إنتقالةٌ نحو ذكاء جديد غير عضوي بالكامل؛ لذا فإنّ هؤلاء المستكشفين الطليعيين المغامرين الجوّابين لآفاق الفضاء البعيدة هم من سيقود دفّة القيادة نحو تخليق حقبة مابعد إنسانية **Posthuman** ولسنا نحن الذين إستطبنا حياة الدعة والتناغم مع بيئتنا الأرضية منذ عهود بعيدة.

قبل الشروع في الإنطلاق من الأرض نحو تخوم الفضاء البعيدة سيعرف الجوّابون الفضائيون -مهما كانت وجهتهم المقصودة- ماالذي سينتظرهم في نهاية رحلتهم الفضائية؛ إذ أنّ المجسّات الروبوتية لابدّ أن تكون قد سبقتهم في هذه الرحلة وأمدّتهم بمعطيات غنية. بلغ المستكشفون الأوربيون الذين جابوا لجج المحيط الهادي في قرون سابقة لزماننا هذا مديات أعظم في المضي نحو قلب المجهول بالمقارنة مع ماقد يفعله أي مستكشفين فضائيين مستقبليين، وقد جابهوا في مغامرتهم هذه أهوالاً جساماً يصعب تصوّرها إلا لمن شهدها بذاته؛ فهم لم يمتلكوا أية خرائط دليلية إصطنعتها بعثات سابقة لهم؛ في حين أنّ الحالة ليست على هذا النحو مع المغامرين الفضائيين المستقبليين: سيكون في مستطاع الجوّابين الفضائيين العتيدين دوماً أن يتواصلوا مع الأرض (حتى مع وجود فارق زمني ليس بالقليل بين إرسال الرسالة الفضائية وتلقّيها على الأرض)، ولو أنّ المجسّات الروبوتية الطلائعية كشفت عن وجود عجائب مدهشة ينبغي إستكشافها فسيكون هذا الأمر دافعاً ملحّاً إضافياً في المضي نحو تخوم الفضاء البعيدة تماماً مثلما كان الكابتن كوك مدفوعاً في رحلاته الإستكشافية بالتنوّع الحيوي وانماط الجمال الخارقة التي تنتظره في جزر المحيط الهادي البعيدة؛ لكن إذا لم يكن ثمة شيء باستثناء البيئة الفقيرة الموحشة والمفتقدة لأية لمسة جمالية في تلك الأصقاع الفضائية البعيدة فربما يكون من الأفضل ترك تلك الرحلات الفضائية للمُصنّعات الروبوتية لكي تتكفّل بها وحدها دون الكائنات البشرية.

تحتاج الكائنات العضوية بيئة سطحية كوكبية (على شاكلة بيئة سطح الأرض) لكي تديم حياتها؛ لكن لو نجحت الكائنات مابعد الإنسانية في إحداث الإنعطافة الحادة نحو ذكاءات غير عضوية بالكامل فلن يكونوا في حاجة لنطاق حيوي كهذا الذي نعيش فيه، وقد يفضّلون العيش في بيئة تخلو من أي ثقالة جاذبة (ندعوها البيئات ذات الثقالة الصفرية) وبخاصة إذا شاؤوا إنشاء مستوطنات واسعة لكنها خفيفة الوزن في الوقت ذاته. إذن، في أعماق الفضاء السحيقة (بدلاً من الأرض أو حتى كوكب المريخ) يمكن للعقول غير البيولوجية تطوير قدراتٍ ليس في مقدور الكائنات البشرية الحالية حتى تخيّلُها، والآماد الزمنية التي يتطلبها هذا السبق التقني الهائل ليس سوى إغماضة عين إذا

ماقورن مع الأحقاب الزمنية الطويلة التي تطلّبها الإنتخاب الداروين الطبيعي الذي أثمر عن نشوء الكائنات البشرية التي نعرف، وكذلك (وهذا هو الأمر الأكثر دلالة) هي أقلّ من جزء من المليون من الزمن الكوني الذي سيمتدّ في المستقبل أمامنا. يمكن للنتائج المترتّبة على هذا التطوّر التقني المستقبلي أن تتجاوز قدرات الكائنات البشرية التي نعرف بقدر مماثل -ربّما- للقدرات التي نتفوّق بها على منحوتة طينية تمثّل كائناً بشرياً مقيّداً في قالب محكم.

يبدو أمراً محتملاً للغاية أن تمتلك «اللاعضويات» (الروبوتات الألكترونية الذكية) الهيمنة الكاملة في نهاية الأمر، والسبب وراء هذه الإنعطافة المفصلية المحتّمة هو وجود حدود كيميائية وأيضية Metabolic (ناجمة عن الفعاليات الحيوية التي تحصل على الغذاء، المترجمة) لايمكن تجاوزها فيما يخصّ حجم الأدمغة العضوية «الحيّة» وكذلك قدرتها في المعالجة المعلوماتية، وربما قد نكونُ قريبين من بلوغ هذه الحدود في وقتنا هذا؛ في حين لاتوجد مثل هذه المُحدّدات التي تقيّدُ عمل الحواسيب الألكترونية (وستتضاءل هذه الحدود أكثر مع مقدم **الحواسيب الكمومية Quantum Computers**)؛ وعليه فإنّ تعريف **«التفكير Thinking»** وكمية وزخم المعالجة المعلوماتية التي سيكون في مقدور الأدمغة العضوية البشرية أداؤها ستعجز في نهاية المطاف أمام الفتوحات الإحتفالية التي ستأتي مع التطوّر العظيم في حقل الذكاء الإصطناعي. ربما نحن اليوم قريبون من نهاية عصر التطوّر الدارويني؛ لكن في المقابل فإنّ عمليات أسرع من التطوّر الدارويني (وأعني بها التعزيز الموجّه إصطناعياً للذكاء) هو في بداياته الأولى فحسب، وسيمضي في تطوّره سريعاً في مناطق أصقاع فضائية بعيدة عن الأرض، ولستُ هنا لأتوقّع -وبالتأكيد لستُ متطلّعاً كذلك لرؤية- هذه التغيّرات الجامحة وهي تحصل للكائنات البشرية هنا على الأرض على الرغم من أنّ بقاءنا البشري مرهون بالتأكّد الصارم من أنّ تطبيقات الذكاء الإصطناعي المرتقبة ستبقى خيّرة محمودة ولن تجنح نحو الإيذاء بأي شكل كان.

يتجادلُ الفلاسفة بشأن موضوعة **«الوعي Consciousness»**، ويتساءلون دوماً هل أنّ الوعي خصيصة مقتصرة على الأدمغة العضوية للبشر والقردة والكلاب، ويقود هذا الأمر بالضرورة للتساؤل بشأن الروبوتات: هل ستبقى

الروبوتات مفتقدة للإدراك الذاتي أو الحياة الداخلية (الجوّانية inner) حتى لو إمتلكت قدرات فكرية تبدو فائقة بكثير للقدرات البشرية؟ إنّ الجواب على هذا التساؤل يؤثّرُ بطريقة جوهرية حاسمة في كيفية تشكيل ردّة فعلنا تجاه «الهيمنة» الروبوتية والذكاء الإصطناعي الفائق: لو أنّ الآلات الذكية إستحالت مايشبه الأحياء الميتة المبعوثة من جديد (الزومبي **The Zombies**) فلن نخلع على تجاربها القيمة ذاتها التي نخلعها على تجاربنا البشرية المعهودة، وسيبدو المستقبل مابعد الإنساني مظلماً كئيباً؛ لكن لو أنّ هذه الآلات أبدت سلوكاً ينمّ عن إمتلاكها «وعياً» بأي شكل من الأشكال، فلماذا حينئذ لانرحّبُ بمقدمها وهيمنتها المستقبلية المتوقّعة؟

السيناريوهات التي وصفتُها في المقاطع السابقة سيترتّبُ عليها نتيجة عظيمة: تعزيز الشعور البشري بالرفعة والمكانة – ذلك الشعور الذي ينطوي على القناعة بأنّ الحياة كما نعرفها حتى لو كانت نشأت على الأرض لوحدها فلاينبغي لها أن تبقى محض ميزة بديهية تافهة في الكون، وأنّ الكائنات البشرية قد تكون قريبة من الشروع في بداية (وليس الإنتهاء من) صيرورة فاعلة حيث سيحصل إنتشارٌ لأنماط معقّدة وغير مسبوقة من الذكاء عبر الكون بأكمله، وليس الإنطلاق نحو النجوم القريبة إلا خطوة أولية في هذه الصيرورة الدينامية وبخاصة بعد تجاوز حقبة كون السفر الفضائي بين النجوم (أو حتى بين المجرّات) يمثّلُ خطراً ماحقاً للبشر الذين قد يستحيلون كائنات قريبة من بلوغ عتبة الخلود.

حتى لو كنا –نحن البشر– لسنا الفرع النهائي من الشجرة التطوّرية على الأرض فبمستطاعنا حقاً أن نزعم وجود أهمية كونية لنا، وهذا مايسوّغُ الشروع في إنتقالتنا نحو كينونات ألكترونية قد تلامس تخوم الخلود بقدرات مؤثرة عظيمة؛ وفي الوقت الذي يحقق فيه البشر هذه الإنعطافة الجوهرية على مستوى الكون بأكمله فسيكونون قادرين على مدّ قدراتهم المؤثرة خارج نطاق الأرض، وكذلك تجاوز نطاق محدودياتهم الطبيعية في الوقت ذاته؛ لكنما الدوافع والمقيّدات الأخلاقياتية ستعتمد حينها على الجواب المرتقب لسؤال كوني واحد عظيم دون سواه: هل ثمة من حياة (حياة ذكية بالتحديد) في بقعة ما في الكون في وقتنا هذا؟

-4-

العلم: الحدود والمستقبل

4. 1: من البسيط إلى المعقّد

حكايةٌ تأملية تخييلية: إفترض أنّ «آلة زمن» أتاحت لنا إرسال «تغريدة» واحدة موجزة وبليغة إلى أعاظم علماء الماضي: نيوتن أو أرخميدس على سبيل المثال. أية رسالة يمكن أن تكون مصدراً تنويرياً لهم وبما يجعلهم يغيّرون رؤيتهم بشأن العالم؟ أرى أنّ مثل تلك التغريدة ستكون إدراكنا العجائبي المدهش لكون أنفسنا –وكلّ شيء نختبره في العالم اليومي– إنّما تتكوّن من مايقلّ عن مائة نوعٍ مختلف من الذرّات: الكثير من الهايدروجين، والأوكسجين، والكاربون، والقليل –لكن يبقى مؤثراً وحاسماً رغم قلّته– من تركيبات مختلفة من ذرات الحديد، والفسفور، وعناصر أخرى. كلّ المواد –حيّة كانت أم غير حيّة– إنّما تستمدّ هيكليتها المميزة بفعل تلك الأنماط المعقّدة التي ترتبط بها الذرات مع بعضها، وكذلك بفعل الكيفية التي تتفاعل بها الذرات مع بعضها. يتحدّد عالم الكيمياء بأكمله بالإرتباطات التفاعلية بين النويّات (مفردُها نواةٌ) الذرية موجبة الشحنة وبين أسراب الألكترونات سالبة الشحنة المتموضعة حول تلك النويّات.

الـذرات كينونات بسيطة. نستطيع تسطير المعادلات الخاصة بالميكانيك الكمومي **Quantum Mechanics**) مايُعرَفُ بمعادلة شرودنغر **Schrodinger's Equation**) التي تصِفُ خواص تلك الذرات، والأمر ذاته يصحّ –في المقياس الكوني– مع الثقوب السوداء التي نستطيعُ أن نحلّ معادلات آينشتاين الخاصة بها. إنّ هذه «الأساسيات» صارت مفهومة إلى حدّ كبير مكّن المهندسين من تصميم كلّ الأجسام التي نشاهدها في العالم الحديث (حتى نظرية آينشتاين في النسبية العامة لقيت تطبيقاً عملياً في الأقمار الإصطناعية الخاصة بنظام تحديد المواقع العالمي GPS؛ إذ أنّ

الساعات المثبتة فيها ستفقد دقتها المضبوطة مالم يتمّ تصحيحُ دقّتها بسبب تأثيرات الثقالة **Gravity** الأرضية).

ينبئ الهيكل المعقّد لكلّ الموجودات الحيّة أنّ طبقاتٍ متعاقبة من التعقيد يمكن أن ينبثق من فعل القوانين الحاكمة. يمكن للألعاب الرياضياتية أن تساعد في تطوير إدراكنا بالكيفية التي تستطيع بها قواعد بسيطة، بعد أن تُعادَ المرة تلو الأخرى، إمتلاك القدرة المدهشة على الإتيان بنتائج معقّدة. جون كونواي **John Conway** -الذي يعمل بجامعة برينستون في الوقت الحاضر- هو واحدٌ من أكثر الشخوص الكاريزمية (ذات الحضور المؤثر) في ميدان الرياضيات[1]، وعندما كان يدرّسُ في جامعة كامبردج أسّس طلابه هناك جمعية أسموها «جمعية المعجبين بِكونواي». يتعامل البحث الأكاديمي الذي يولَعُ به كونواي بفرع رياضياتي يُعرَفُ بِـ (**نظرية المجموعات Group Theory**)؛ غير أنّ كونواي إستطاع بلوغ حضور طلابي أوسع من الحضور التقليدي المعتاد في الجامعات فضلاً عن تحقيقه تأثيراً فكرياً متعاظماً -لم يلبث يتعاظم يوماً بعد آخر- بسبب تطويره لِما يُعرَف بِـ (**لعبة الحياة The Game of Life**).

كان كونواي عام 1970 يمارسُ التجريب مع نماذج متعددة على لوحة لعبة Go؛ إذ سعى حينها لتطوير لعبة بإمكانها البدء من نموذج غاية في البساطة، ومن ثمّ إعادة اللعب مرة بعد أخرى باستخدام قواعد أساسية. إكتشف كونواي إمكانية الحصول على بعض الترتيبات النهائية التي كانت معقدة بطريقة مذهلة وذلك بفعل إجراء تعديلات بسيطة على القواعد الحاكمة للعبة وعلى النموذج الأولي الذي تبتدئ به، وقد بدت تلك النماذج المعقدة المتحصلة وكأنها تشكّلت من «لاشيء» إذا ماوضعنا في حسابنا مدى بساطة القواعد التي إعتمدتها اللعبة. ثمة تشكّلاتٌ قريبةٌ لأن تكون «مخلوقاتٍ» إنبثقت من مكانٍ ما وراحت تتحرّك على لوحة اللعب، وبدت وكأنّ لها حياةً خاصة بها وهي التي تتكفّلُ بتشكيلها. حدّدت القواعد البسيطة الخاصة باللعبة متى يصبح المربّع الأسود أبيض اللون (والعكس أيضاً: متى يصبح المربّع الأبيض أسود اللون)؛ لكن حصل عند إعادة تطبيق هذه القواعد مرّة بعد أخرى أن خُلِقت تنويعةٌ مدهشة من النماذج المعقّدة التي راح بعض

المولعين المكرّسين لهذه اللعبة يصفونها بتوصيفاتٍ رأوها مناسبة لها على شاكلة: الطائرة الشراعية، البندقية الشراعية،، وسواها من التوصيفات المناسبة للنماذج المعقدة الأخرى التي ظهرت على لوحة اللعب.

إنغمس كونواي في تجريب الكثير من الألعاب عن طريق قاعدة (التجربة والخطأ) قبل أن ينتهي به الأمر بالحصول على «عالم إفتراضي» أتاح له كثرةً من التنويعات المنبثقة المدهشة. إستخدم كونواي القلم الرصاص والورقة في تلك الأيام لتحقيق تخليقاته المدهشة قبل مقدم الحواسيب الشخصية؛ لكنّ المترتّبات الهائلة التي تشي بقدرة لعبة الحياة لايمكن بلوغها إلا مع توظيف السرعات الفائقة للحواسيب الشخصية. أتاحت الحواسيب الشخصية، وبالطريقة ذاتها، للرياضياتي بينوا ماندلبروت **Benoit Mandelbrot** وآخرين لترسيم الأنماط المدهشة الناشئة عن الكسوريات **Fractals** – تلك الهياكل التي تستطيع أن تُرينا كيف يمكن للصياغات الرياضياتية البسيطة أن تتطوّر إلى تعقيد ظاهري شاسع المدى.

يلقى معظم العلماء هوىً يتصادى مع الأفكار المثيرة التي عبّر عنها الفيزيائي الأشهر يوغين فيغنر **Eugene Wigner**في مقالته التي صارت في عداد التراث الكلاسيكي العالمي، وعنوانها «القدرة التأثيرية غير المعقولة للرياضيات في العلوم الطبيعية(*)»[2]، وكذلك مع مقولة آينشتاين بأنّ «الأمر الأكثر عصياناً على الإدراك البشري بشأن الكون هو أنّ الكون شيء يمكن إدراكه». نحنُ نندهشُ عندما نعرفُ بأنّ العالم المادي ليس فوضوياً: الذرّات في أقاصي المجرّات تطيعُ القوانين ذاتها التي تخضع لها الذرات في مختبراتنا الأضية، وكما بيّنتُ سابقاً (القسم 3. 5 من الفصل الثالث) لو حصل أن إكتشفنا كائنات فضائية وأردنا التواصل معها فستكون الرياضيات والفيزياء والفلك هي –ربما– الثقافة الوحيدة التي يمكن أن نتشاركها مع تلك الكائنات. الرياضيات هي لغة العلم، وظلّت دوماً لغةً للعلم منذ أن طوّر البابليون تقويماتهم الزمنية وتنبّأوا بالخسوفات القمرية. (سيرغب

*- عنوان المقالة بالإنكليزية (لمن يرغب في قراءته بلغته الأصلية) هو:
The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences

بعضنا، وبطريقة مماثلة مع اعتبار الرياضيات لغة العلم، في اعتبار الموسيقى لغةً للدين).

بول ديراك **Paul Dirac**، أحد الفيزيائيين الطلائعيين في ميدان تطوير النظرية الكمومية، أوضح كيف يمكن للمنطق الداخلي للرياضيات أن يمهّد الطريق ويأسّس المثابات المرشدة إلى المكتشفات الجديدة؛ فقد أكّد ديراك بأنّ «الطريقة المنهجية الأكثر قدرة على الإرتقاء بالعلم (الفيزيائي) تكمنُ في توظيف كلّ المصادر المتاحة للرياضيات البحتة في مسعى يرمي إلى تحقيق الإكتمال والتعميم في الصياغات الرياضياتية التي تشكّلُ الأساس القائم للفيزياء النظرية، ومن ثمّ الإنكباب -عقبَ كلّ نجاحٍ يُحرَزُ في هذا الإتجاه- على محاولة تفسير الخصائص الرياضياتية الجديدة بواسطة الكينونات الفيزيائية»[3]. هذه هي المقاربة (أي المقاربة القائمة على أساس جعل الرياضيات تقودك حيثما تريد هي) التي قادت ديراك إلى فكرة **المادة المضادة antimatter**: «الألكترونات المضادة» على سبيل المثال، التي صارت تُدعى اليوم بوزيترونات، أكتُشِفت بعد بضع سنوات فحسب من صياغة ديراك لمعادلة كانت ستبدو شديدة القباحة من غير احتوائها على مايشيرُ إلى البوزيترونات.

الفيزيائيون النظريون في يومنا هذا يأملون -مدفوعين بالدوافع ذاتها التي ألهمت ديراك- في فهم الواقع في مستوى أعمق عن طريق إستكشاف مفاهيم على شاكلة **نظرية الأوتار String Theory** التي تنطوي على أبعادٍ أصغر بكثير مما يمكننا بلوغها أو تحسّسها بوسائلنا المادية المعروفة، والأمر ذاته يحصل مع الطرف النائي الآخر من الصورة؛ إذ يعكفُ بعض العلماء على إستكشاف نظريات كوسمولوجية (كونية) تقدّمُ تنويهات بأنّ الكون أبعد مدى بكثير من تلك «البقعة» الصغيرة التي نستطيع مراقبتها بواسطة مناظيرنا (تلسكوباتنا) المتاحة (أنظر القسم 4. 3 في القسم الرابع).

كلّ بُنية هيكلية في الكون تتكوّن من لِبناتٍ (وحدات بنائية) محكومة بقوانين رياضياتية؛ لكن مع كلّ ذلك فإنّ هذه البنى الهيكلية هي -بعامّة- أكثر تعقيداً من أن تُكتَشَفَ طبيعتها شديدة التعقيد حتى من قبل أعظم الحواسيب الفائقة في قدراتها الإحتسابية، وربما قد يحصل في المستقبل البعيد للغاية،

ومع حلول عصر الذكاء مابعد الإنساني (الذكاء غير المتمظهر في الشكل العضوي بل في أجسام متطوّرة بصورة تلقائية) أن يتمّ تطوير حواسيب فائقة للغاية لها قدرات معالجة حاسوبية تستطيع محاكاة الأجسام الحية (بل وربما محاكاة عوالم كاملة). ربما ستتمكّن كائنات مستقبلية متطوّرة من استخدام حواسيب فائقة القدرة في محاكاة «كونية» ليست محض نماذج نراها على لوحة لعب (مثل نماذج لعبة الحياة التي طوّرها كونواي)، بل حتى ليست مماثلة لأفضل «المؤثرات الخاصة» المستخدمة في الأفلام السينمائية أو الألعاب الحاسوبية؛ لكن لنفترض أنّ تلك الكائنات إستطاعت بلوغ محاكاة كاملة لكونٍ معقّد بمثل درجة تعقيد الكون الذي نحسبُ أنفسنا جزءً منه، حينئذ تنشأ -ربّما- هذه الفكرة المثيرة للقلق والتفكّر (ولو أنها فكرة تنتمي لصنف التأمّل المتمادي في تطرّفه): ماعسانا نكونُ نحنُ في الحقيقة!

4. 2، إضفاء المعنى على عالمنا المعقّد

غدت الإمكانيات التي كانت تُعدُّ يوماً في نطاق حدود الخيال العلمي موضع نقاشات جدالية علمية جادّة، وصار العلماء -بالضرورة-، وفيما هم يتناولون بحث اللحظات الأولى للإنفجار الكبير وحتى إحتمالات وجود حياة لكائنات فضائية أخرى سوانا، مُنقادين في مسالك تقودهم إلى عوالم أكثر فتنة حتى من تلك يبتدعها أعظم كُتّاب رواية الخيال العلمي. قد يظنّ المرء للوهلة الأولى أنّ من الوقاحة محاولةَ -أو حتى السعي وراء- فهم الكون البعيد عندما يكون ثمة الكثير من الأمور المحيّرة لنا والتي نلمسها لمس اليد هنا على الأرض؛ لكن هذا ليس بالضرورة تقييماً مُنصِفاً لأنّ القاعدة التي هي نتاج حكمة بشرية مقطّرة تقول: «ليس ثمة من تناقض (مفاهيمي) بشأن كون الكلّ أكثر بساطة من أجزائه». تخيّل طابوقة عادية: يمكن وصف شكلها بواسطة عدّة أعداد (إشارة إلى الأبعاد الثلاثة، المترجمة)؛ لكن لو كسرتها إلى قطع متشظية فعندئذ لايمكن التعبير عن شكلها بصورة موجزة بواسطة بضعة أعداد مقتضبة.

يبدو التقدّم العلمي صيرورة غير مكتملة (مثل ثوب مرقّع)!. قد يبدو هذا الوصف غريباً وشاذاً؛ لكن الحقيقة هي أنّ بعض الظواهر التي نفهمها فهماً جيداً أكثر من سواها من الظواهر لازالت عصية على قدرتنا في التنبؤ والتخمين. كان في مستطاع نيوتن -حتى في القرن السابع عشر- وصف «السلوك الدقيق للكون، المماثل لعمل الساعة»؛ فقد كانت ظواهر مثل الخسوف والكسوف ممكنة الفهم وقابلة للتخمين؛ لكنّ الظواهر الأخرى المماثلة للخسوف والكسوف من حيث قدرتنا على التنبؤ بها تبقى قليلة للغاية حتى لو إمتلكنا فهماً ممتازاً لها. على سبيل المثال، يبقى أمراً شاقاً على

التنبؤ –حتى قبل يوم واحد من السفر بالطائرة– في أن نحدّد هل أنّ هؤلاء المسافرين بالطائرة لتصوير منظر كسوف سيشهدون سمواتٍ ملبّدة بالغيوم أم صافية تسرّ الناظرين. يوجد بالتأكيد، وفي معظم السياقات التي نشهدها في الممارسات العلمية، حدّ أساسيٌّ بشأن المدى الذي يمكن أن نبلغه في التنبؤ والتخمين (بالظواهر التي ستحصل في المستقبل)، وهذا أمرٌ مردّهُ إلى أنّ **العمليات التصادفية غير المتوقّعة contingencies** (مثل أن تَصْفِق فراشةٌ بجناحيها أم لاتفعل(*)) سيكون نتائج قد تنمو **بصورة أسيّة exponentially** (سريعة للغاية). إنّ أسباباً مثل هذه هي التي تجعل في العادة أكثر الحسابات الدقيقة تعقيداً عاجزة عن التنبؤ بالطقس في الجزيرة البريطانية حتى لو لعدّة أيام قادمة (لكن –وهذه موضوعة شديدة الأهمية– هذا لايقلّلُ من شأن التنبؤات الخاصة بالتغيّر المناخي، مثلما لايضعِفُ من ثقتنا في أنّ شهر يناير القادم سيكون أكثر برودة من الطقس السائد في أيام شهر تموز).

يستطيع الفلكيون في يومنا هذا، وبطريقة مقنِعة تماماً، أن يعزوا سبب الذبذبات الدقيقة الحاصلة في كاشف الموجات الجذبية إلى «إصطدام» بين ثقبين أسودين يبعدان أكثر من بليون سنة ضوئية عن الأرض[4]؛ في حين، وعلى العكس ممّا سبق، لايزال فهمنا لبعض أكثر الموضوعات مألوفية في حياتنا والتي تهمّنا جميعاً (مثل الحمية الغذائية، وتربية الأطفال على سبيل المثال) هزيلة إلى الحد الذي صارت معه نصائح «الخبراء» في هذه الميادين عُرضة للتغيير من سنة إلى أخرى. عندما كنتُ شاباً رأى الجميع في الحليب والبيض أغذية مفيدة؛ لكن حصل عقب عقد من الزمن أن اعتُبِرت هذه الأغذية خطيرة على الصحة بسبب محتواها العالي من الكولسترول، وهاهم الخبراء اليوم يعودون عن رأيهم السابق ويرون أنّ هذه الأغذية لاتمثّل أيّ خطر على الصحة. الأمر ذاته يمكن أن يحصل مع عشّاق الشوكولاته والجبن؛ إذ ليس عليهم أن ينتظروا طويلاً قبل أن يخبرهم أحدٌ ما بأنّ هذه المواد الغذائية مفيدةٌ لهم. لاينبغي أن ننسى حقيقة عدم وجود علاجٍ حتى اليوم للعديد من العلل المرضية الأكثر شيوعاً في العالم.

---

*- إشارة إلى المثال الشهير المعروف بِـ (تأثير الفراشة **Butterfly Effect**) الذي تأسّست عليه نظرية الفوضى (الشواش) **Chaos Theory**. (المترجمة)

لكنّ الحقيقة أنّ الأمر لايُعدّ تناقضاً إذا ماكنّا قد حقّقنا فهماً موثوقاً به للظواهر الكونية الغامضة والبعيدة في الوقت الذي لازلنا مكتفين بالحيرة ونحنُ نتعامل مع الكثير من الأشياء (الموجودات والظواهر) اليومية، ويعود مسوّغ عدم التناقض في هذه الحقيقة إلى أنّ علم الفلك يتعامل مع ظواهر أقلّ تعقيداً بكثير من الظواهر التي تتعامل معها العلوم البيولوجية والإنسانية (بل وحتى العلوم البيئية «المحلية»).

***

إذن كيف ينبغي لنا أن نُعرِّف أو نقيس **التعقيد complexity**؟ ثمة تعريف شكلي إقترحه الرياضياتي الروسي **أندريه كولموغوروف Andrey Kolmogorov**: يعتمد تعقيد شيء ما على طول أقصر البرامج الحاسوبية الممكنة التي تستطيع توليد وصف كامل لذلك الشيء.

إنّ شيئاً مكوّناً من بضع ذرّات فقط لايمكن أن يكون شيئاً معقّداً إلى حدّ كبير، والأشياء الكبيرة لاتحتاج بالضرورة أن تكون معقّدة كذلك. تمعّن، على سبيل المثال، في بلورة: حتى لو كانت البلورة كبيرة فلن يُطلَق عليها توصيف «معقّدة». بلورة ملحِ الطعام –مثلاً– يمكن تصنيعها بطريقة مبسّطة: خذ ذرات الصوديوم والكلور واجمعهما معاً تحت ضغط يتزايد مرة بعد أخرى إلى حدّ تحصل معه على تركيب مكعّب من شبكة **المصفوفة Lattice** الخاصة بملح الطعام. يمكن فعل الشيء ذاته لكن بطريقة معكوسة: لو أخذتَ بلورة كبيرة وعملت على تجزئتها فلن يحصل فيها تغيير كبير حتى تبلغ المرحلة التي تنحلّ فيها إلى مقياس صغير على مستوى ذرات منفردة. النجم كذلك، وبصرف النظر عن ضخامته، هو شيء بسيط إلى حدّ كبير؛ إذ أنّ قلب النجم شديد الحرارة إلى حدّ لايمكن فيها للمركبات الكيميائية من أي شكل كان أن توجد (الجزيئات المعقدة تتفكّك إلى مكوّناتها الأولية بفعل الحرارة الشديدة)، وبهذه الشاكلة لايكون النجم –بصورة أساسية– سوى غاز غير متبلور من النويّات الذرية والألكترونات. الثقوب السوداء، في جوهرها، وبصرف النظر عن التعقيد والغرابة التي تبدو عليها، هي في حقيقتها واحدةٌ من الكينونات الأكثر بساطة في الطبيعة، ويمكن وصفها بدقة بواسطة معادلات رياضياتية ليست بأكثر تعقيداً من تلك التي تصف سلوك ذرة منفردة.

الأشياء عالية التقنية التي بحوزتنا هي كينونات معقّدة. على سبيل المثال، تمتلك الرقاقة السليكونية الحاوية على بليون من الترانسبستورات تركيباً هيكلياً يصل في صغره إلى مستوى بضع ذرّات فحسب؛ لكن تبقى أكثر الكينونات تعقيداً في حياتنا هي الموجودات الحية. يمتلك الحيوان -والإنسان كذلك، المترجمة- هيكيلاً داخلياً مترابطاً بين أجزائه على مقاييس عدّة - من البروتينات في الخلايا المنفردة صعوداً في سلّم التعقيد حتى الأعضاء الحيوية الكبرى، ومايبنغي ملاحظته هنا أنّ هذه الكينونات الحيّة لن تحتفظ بماهيتها لو حصل وأن تمّ تجزئتها إلى أجزاء صغيرة؛ فهي تموت حينئذ. الكائنات البشرية أكثر تعقيداً من الذرات أو النجوم (وقد حصل بفعل الصدفة أن تموقعت الكائنات البشرية في موقع وسط -من حيث الكتلة- بين الذرات والنجوم)، والبصمة الجينية للكائن البشري مخبوءة بطريقة مشفّرة في ثلاثة بلايين رابط في الـ DNA؛ لكننا لسنا عبيداً كاملين لجيناتنا بل أنّ بيئتنا وخبراتنا البشرية تلعب دوراً هاماً في تشكيل كينوناتنا. إنّ الأشياء الأكثر تعقيداً التي نعرفها في الكون بأكمله هي أدمغتنا؛ إذ أنّ الأفكار والذكريات (المحفوظة بطريقة مشفّرة في العصبونات **neurons** الدماغية) هي أكثر تنوّعاً وتعقيداً من جيناتنا.

لكن، على كل حال، يوجد إختلاف مهمّ بين «تعقيد كولموغوروف» من جهة، وبين ماإذا كان شيء ما يبدو معقّداً في الحقيقة. تقودنا لعبة الحياة التي إبتدعها كونواي، على سبيل المثال، إلى البُنى الهيكلية التي تبدو معقّدة؛ لكنّ هذه الهياكل يمكن لجميعها أن توصف ببرنامج حاسوبي قصير لايتطلّب أكثر من تحديد نقطة شروع محدّدة ومن ثمّ إعادة الحركات المقرّرة مرة بعد أخرى تبعاً للقواعد البسيطة التي تحدّد اللعبة، وكذلك الأمر مع الأنماط الكسورية المعقدة لمجموعة ماندلبروت والتي هي في حقيقتها ليست سوى نتيجة لخوارزمية **algorithm** بسيطة؛ لكنّ هذه الحالات ماهي إلا إستثناءاتٌ: إنّ معظم الأشياء (الظواهر والكينونات المادية، المترجمة) في بيئتنا اليومية أكثر تعقيداً وبما يجعلها عصية على التخمين أو حتى التوصيف الكامل بتفاصيل وافية؛ لكن الكثير من ماهية تلك الأشياء يمكن -برغم كل المحدّدات الناجمة عن التعقيد المفرط- بلوغها عبر بضع رؤى إستبصارية مفصلية، ولطالما حصلت إنتقالات كبرى حوّلت منظورنا في رؤية الأشياء

بفعل أفكار مُوَحّدة عظمى: مفهوم الإزاحة القارية الناجم عن حركة الصفائح التكتونية، على سبيل المثال، يساعدُنا على لمّ شمل الأنماط الجيولوجية والبيئية عبر العالم بأكمله. فكرة داروين المتبصّرة في التطوّر القائم على الإنتخاب الطبيعي تكشف لنا الوحدة الشاملة للشبكة الكلية للحياة على هذا الكوكب، وكذلك يفعل الحلزون المزدوج للتركيب الجزيئي في الـ DNA عندما يكشف لنا الأساس الشمولي لمبدأ الوراثة. ثمة أنماطٌ في الطبيعة؛ بل وحتى ثمّة أنماطٌ للكيفية التي توجّه سلوكنا -نحن البشر-، وكيفية نمو المدن الحضرية، وكيفية إنتشار الجائحات المرضية، وكيفية تطوّر التقنيات (مثل تقنية الرقاقات الحاسوبية). كلّما فهمنا العالم أكثر سيغدو حينها أقلّ إثارةً لحيرتنا وسنكون أكثر قدرة وتمكيناً في تغييره.

يمكنُ للعلوم أن تُصوّرَ على أساس هيكلية تراتبية **Hierarchy** مرتّبة مثل طوابق في مبنى: تشغل العلوم التي تتعامل مع الأنساق الأكثر تعقيداً الطوابق العليا، وتقع فيزياء الجسيمات الأولية في السرداب، ثم يأتي فوقها بقيّة الفيزياء، وفوقها تتموضع الكيمياء، ثم فوقها البيولوجيا الخلوية، ثمّ علم النبات والحيوان، ثم تعقبها العلوم السلوكية والإنسانية (يدّعي الإقتصاديون أنهم يشغلون شقّة على السطح في هذا المبنى!).

إنّ «طريقة ترتيب **ordering**» العلوم في هذا الهيكل التراتبي ليس بالأمر الجدالي؛ لكن مايثير الجدال في واقع الأمر هو التساؤل بشأن هل أنّ «العلوم التي تشغل قاع المبنى» -فيزياء الجسيمات الأولية بخاصة- هي حقاً أكثر عمقاً وتمثلُ الأساس الحقيقي للعلوم بأعظم ممّا تمثله العلوم الأخرى؟ إنّ هذا التساؤل الجدالي صحيح بمعنى من المعاني وبالكيفية التي عبّر عنها الفيزيائي ستيفن واينبرغ **Steven Weinberg** عندما كتب: «كلّ الأسهم تشيرُ إلى الأسفل (إلى السرداب حيث فيزياء الجسيمات الأولية، المترجمة»، ولو أعدنا صياغة الحالة عبر التساؤل المتواتر لماذا؟ لماذا؟...... فسننتهي دوماً بالمستوى الذي تعمل فيه الجسيمات الأولية. كلّ العلماء -تقريباً- إختزاليون -بالمعنى الذي قصده واينبرغ-؛ فهم يشعرون بثقة كاملة أنّ كل شيء، مهما كان معقّداً، إنما هو في النهاية حلّ لمعادلة شرودنغر (إشارة إلى إمكانية وجوده في العالم المادي، المترجمة)، وهم بفعلتهم هذه إنما

يتخالفون جوهرياً مع «مُناصري المذهب الحيوي **Vitalists**» في الحقب الأسبق، الذين رأوا أن الموجودات الحية سبق أن ضُخّ فيها شيءٌ من «ماهية» خاصة (تكفّلت بمنحها صفة الحياة، المترجمة)؛ لكنّ هذه الرؤية الإختزالية ليست بالأمر النافع من الناحية المفاهيمية، ويصوغ الفيزيائي العظيم فيليب أندرسون **Philip Anderson** هذا في المقولة القصيرة التالية: «**الأكثر يعني الإختلاف More is Different**»؛ فالنظم الماكروسكوبية (الكبيرة) التي تحتوي على أعداد ضخمة من الجسيمات تكشف عن خواص «نشوئية **emergent**» يمكن فهمها بأفضل طريقة بواسطة المفاهيم الجديدة المناسبة للتعامل مع المستوى المعقّد لتلك النظم المعقدة.

إنّ ظاهرة طبيعية بعيدة عن كلّ غموض على شاكلة ظاهرة جريان الماء في الأنابيب أو الأنهار صارت تُفهَمُ بواسطة المفاهيم «النشوئية» مثل اللزوجة والإضطراب. لايكترث العلماء المختصون بدراسة ميكانيك الموائع أن يكون الماء في حقيقته مكوّناً من الصيغة الكيميائية التركيبية التي تمثلها جزيئة H2O؛ فهم يتعاملون مع الماء باعتباره بنية متصلة **continuum**، وحتى لو إمتلك هؤلاء العلماء حاسوباً فائق القدرة بحيث صار في مستطاعهم حلّ معادلة شرودنغر لجريان الماء عبر تتبّع وضعية كلّ ذرة من ذراته فإنّ المحاكاة الحاسوبية المتحصّلة لن تزودهم بأية بصيرة بشأن الكيفية التي تنكسر بها الأمواج المائية، أو بشأن ماالذي يجعل جرياناً مائياً في وضعية الإضطراب. إنّ المفاهيم الجديدة التي لايمكن إختزالها إلى مفاهيم أولية هي مفاهيم حاسمة أكثر أهمية –بالمقارنة مع المقاربة الإختزالية، المترجمة– في فهمنا للظواهر المعقدة في العالم الواقعي: ظواهر على شاكلة الطيور المُهاجرة أو العقول البشرية، والظواهر التي تنتمي لمستويات عدّة في الهيكل التراتبي للعلوم إنما تُفهَمُ بطريقة أفضل من سواها عندما يتمّ توظيف مفاهيم مختلفة في فهمها (بدلاً من تطبيق المبدأ الإختزالي)، ومن جُملة هذه المفاهيم المتوزعة بين أطياف علمية مختلفة: الإضطراب، البقاء، الإنتباه والتأهّب،،، إلخ. الدماغ الشبكي هو تجمّعٌ من الخلايا، واللوحة هي تجمّعٌ من الأصباغ؛ لكن ماهو أكثر أهمية وإثارة للإنتباه هو النمط والهيكلية الناشئان من مثل تلك التجمّعات، أي التعقيد النشوئي.

هذا الأمر (أي التعقيد النشوئي) هو الذي يجعل موضوعة مقارنة العلوم بهيكلٍ إنشائي متعدّد الطوابق مقاربة فقيرة وغير منتجة. إنّ الهيكل بأكمله عُرضةٌ للخطر بسبب أساساته الواهنة؛ في حين أنّ العلوم ذات «المستوى الأعلى» والتي تتعامل مع منظوماتٍ معقّدة ليست واهنة بمثل وهن الهيكل بأكمله بسبب هشاشة الأساسات. يمتلك كلّ علمٍ مفاهيمه المحدّدة الخاصة وأنماطه التفسيرية الخاصة؛ وعليه فإنّ النزعة الإختزالية صحيحة بمعنى من المعاني لكنها قلّما تكون صحيحة بالمعنى الذي يحقّق فائدة واضحة، ويمكن معاينة هذه الحقيقة إذا ماعلمنا ان مايقاربُ 1% فحسب من العلماء هم فيزيائيون إختصاصيون في حقل فيزياء الجسيمات أو في الكوسمولوجيا؛ أما باقي الـ 99% من العلماء فيعملون في «المستويات العليا» من الهيكل التراتبي للعلوم، وهم منصرفون في العادة للتعامل مع التعقيدات المتعاظمة في حقولهم العلمية بدلاً من التفكّر في النواقص الخاصة بفهمنا للفيزياء دون الذرية.

4. 3. أيةُ تخومٍ يبلغها الواقع المادي؟

تشكّلت الشمس قبل أربعة بلايين سنة ونصف؛ لكنها ستبقى فاعلة لستّ بلايين سنة قادمة قبل أن ينضب وقودها، وحينها ستزداد توهّجاً ثمّ ستبتلع كلّ الكواكب المحيطة بها. الكون المتوسّع سيمضي في توسّعه الذي لايفتر -ربما إلى الأبد-، وهو في توسّعه هذا مقدّرٌ له أن يصبح أكثر برودة وفراغاً، ولو إقتبسنا كلمات (وودي آلن) في هذا الميدان سنقول كما قال: «الأبدية طويلة للغاية، وبخاصة عندما نعتزمُ بلوغ النهاية العتيدة».

الكائنات التي ستشهدُ هذا الإنطفاء الشمسي لن تكون كائنات بشرية مثلنا بل ستكون مختلفة بقدر كبير عنّا بقدر مانحن نختلف عن الكائنات المجهرية الدقيقة، ويمكن **للتطوّر مابعد الإنساني Posthuman Evolution** -هنا على الأرض وأبعد منها كذلك- أن يستغرق زمناً طويلاً مثل الزمن الذي إستغرقه التطوّر الداروني الذي قاد إلى تشكّلنا -نحن البشر- بالكيفية التي إنتهينا إليها؛ بل وسيكون التطوّر مابعد الإنساني أكثر إدهاشاً من سلفه الداروني أيضاً. مافتيء التطوّر يتسارعُ الآن، ويمكن أن يحصل عبر «تصميم ذكي» مدفوع بفعل زخم التطوّرات التقنية التي تعمل أسرع كثيراً من السرعة التي يعمل بها الإنتخاب الطبيعي، وستكون المحرّكات الدافعة لهذا التسارع التقني هي التطوّرات الحثيثة في حقل الوراثة وفي حقل الذكاء الإصطناعي، وربما سيتشكّل المستقبل في المدى البعيد على أساس ألكتروني عوضاً عن الأساس العضوي الذي يميّز «الحياة» كما شهدناها - ونشهدها في وقتنا الحاضر (أنظر القسم 3. 3).

لاتعدو الألفية بالمقاييس الكوسمولوجية (الكونية) -بل وحتى في

الإطار الزمني الدارويني- أن تكون ومضة؛ لذا دعونا «نسرع الخطى» إلى الأمام لنطلّ على الوضع لا بعد بضعة قرون أو حتى بضع ألفيات بل بعد مدى زمني كوسمولوجي يتجاوز ملايين المرات القرن والألفية. ستشهد «البيئة» النجمية الخاصة بولادة النجوم وموتها في مجرّتنا تباطؤاً ملحوظاً وتدريجياً حتى «تتشظى» في نهاية المطاف بفعل «الصدمة البيئية» الناجمة عن إصطدام النجوم مع بعضها في مجرّة أندروميدا، وربما سيحصل هذا الأمر بعد أربعة بلايين سنة. الحطامُ الناتج من مجرّتنا -أندروميدا- مع توابعها الصغرى (التي تكوّنُ الآن مايُعرَفُ بالمجموعة المحلية) سيتجمّعُ ليشكّل بعدها مجموعة من النجوم المكوّنة من كتلٍ غازية غير متبلورة في أشكال محدّدة.

يتعزّزُ التجاذب الكتلوي على المقياس الكوني بفعل قوة غامضة (**المادة المظلمة Dark Matter**، المترجمة) تغمر الفضاء وتدفع المجرّات بعيداً عن بعضها، وتتسارعُ المجرات في ابتعادها عن بعضها حتى تختفي في أفق ما (في عملية تشبه مايحصل عندما يسقط شيء ما في ثقب أسود). إنّ كلّ ماسيُترَكُ ماثلاً في المشهد بعد مائة بليون سنة سيكون نجوماً ميتة أو محتضرة نشأت عن نجوم المجموعة المحلية؛ لكنّ هذه النجوم قد تستمرّ على حالها هذا لتريليوناتٍ من السنوات القادمة، وهو زمنٌ كافٍ، ربما، لإدامة ذلك التوجّه طويل المدى في النظم الحيّة لكي تحوز على التعقيد و(الأنتروبيا السلبية)[*] الكفيلة بأن تجعلها تبلغ تشكّلًا حيوياً محدّداً، وكلّ الذرات التي كانت فيما سبق تكوّن النجوم والغازات النجمية يمكن أن تتحوّل إلى هياكل بنيوية تنطوي على درجة من التعقيد مشابهة لدرجة تعقيد العضويات الحية

***- الأنتروبيا السلبية Negaative Entropy (تكتَبُ في العادة بالإنكليزية كمفردة مدغمة بالشكل التالي Negentropy)**: مفهومٌ يستخدَمُ في نظرية المعلومات والإحصاء ونظرية التعقيد والنظم المعقدة التكيفية، ويمثل مقياساً لمدى الإبتعاد عن الحالة الإعتيادية Normality. أستخدِم هذا المفهوم لأول مرة من قبل الفيزيائي الأشهر إرفين شرودنغر **Erwin Schrodinger** في كتابه الذي ظهر عام 1944 تحت عنوان (ماالحياة؟). (المترجمة)

أو الرقاقات السليكونية مع ملاحظة الفرق في أنها ستتشكّل على مقياس كوني. في مقابل الخلفية المظلمة آنذاك يمكن للبروتونات أن تنحلّ، ويمكن لجسيمات المادة الداكنة أن تفنى، ويمكن أن تمتدّ ألسنة عظمى من اللهب عندما تتبخّر الثقوب السوداء، ثم سيعقب ذلك صمتٌ مديد ولاشيء سواه.

نشر فريمان دايسون (الذي أُشيرَ إليه في القسم 2. 1 من الكتاب) عام 1979 مقالة (صارت اليوم تُعدُّ واحدة من الكلاسيكيات في الأدبيات العلمية)، وسعى دايسون في مقالته هذه «إلى تحديد المحدّدات الرقمية التي يتوجّبُ على المصير الفيزيائي للكون أن يقع في نطاقها»[5]، وخلص إلى النتيجة التالية: حتى لو تحوّلت كل المادة الكونية إلى معلومات أدخِلت بطريقة مثلى في حاسوب (أو ذكاء فائق)؛ فهل سيكون ثمة حدودٌ على كمّ المعلومات التي يمكن معالجتها؟ هل سيمكن حينها التفكّر في عدد غير محدّد من الأفكار؟ الجواب على هذه الأسئلة يعتمد على الكوسمولوجيا؛ لأنّ الجهد اللازم لإتمام هذه الفعاليات الإحتسابية سيستلزم طاقة أقلّ (بالمقارنة مع مايحصل في واقعنا الفيزيائي، المترجمة) عند درجات الحرارة المنخفضة. يرى دايسون أنّ المحدّدات الفيزيائية للكون الذي نبدو قادرين على التواجد فيه هي محددات خاضعة لحدود رقمية معينة؛ لكن يمكن تعظيم هذه الحدود الرقمية فيما لو حافظ «المفكّرون» العتيدون آنذاك على هدوئهم وبرودتهم وتفكّروا في الأمور بروية!.

إنّ معرفتنا بالفضاء والزمان ليست بكاملة: نسبية آينشتاين (التي تصف الثقالة والكون) والمبدأ الكمومي (الحاسم لفهم العالم على المقياس الذري) هما الركيزتان الأساسيتان في هيكل فيزياء القرن العشرين؛ لكنّ النظرية التي توحّدهما لم تزل عملاً غير مكتمل. اقترح الأفكار الحالية أنّ التطوّر في الفيزياء سيعتمد على الفهم الكامل لما قد يبدو الماهية الأكثر بساطة من كلّ الماهيات التي نعرف - تلك هي الفضاء «الخالي» (الفراغ الخالص) الذي يمثل الميدان الذي يحصل فيه كل شيء نعرفه. قد يملك الفضاء الخالي تركيباً هيكلياً أكثر تعقيداً مما نعرف لكن على مقاييس أصغر بتريليونات المرات من المقياس الذري، وتبعاً لنظرية الأوتار فإنّ كلّ «نقطة» في الفضاء العادي قد تكشف (إذا ماصُوّرت بعد تكبيرها تريليونات

المرّات) عن تركيب معقّد محكم الإرتباط ببعضه، يشبه فنّ الأوريغامي) فنّ قص وتلصيق الورق) الياباني إلى حد بعيد، ويمتدّ في أبعاد إضافية بالإضافة إلى الأبعاد الثلاثة التي نعرف.

تنطبق القوانين الأساسية ذاتها على كلّ المجال المادي الذي نستطيع بلوغه باستخدام النواظير (التلسكوبات). لو أنّ الأمور لم تكن على مانعرف (أي لو أبدت الذرات سلوكاً «فوضوياً» غير خاضع لقانون فيزيائي ما) لما كان في مستطاعنا إحراز أي تقدّم على الأقلّ - في فهم الكون الذي يمكننا مراقبته؛ غير أنّ المجال الفيزيائي المتاح لنا مراقبته قد لايكون كلّ الواقع الفيزيائي؛ إذ ثمة بعض العلماء الكوسمولوجيين الذين يرون بأنّ الإنفجار الكبير «الخاص بنا» ليس الإنفجار الوحيد الذي حصل من قبلُ، وأنّ الواقع الفيزيائي أوسع مدىً بكثير وإلى حدودٍ يمكن أن تشتمل على **«أكوان مُتعددة Multiverse»** كاملة بجانب كوننا.

نستطيعُ رؤية حجمٍ محدود -من الواقع الفيزيائي- فحسب، والمقصود بذلك رؤية عدد محدود من المجرّات، ويعود السبب الأساسي وراء هذه الحقيقة إلى وجود أفق أشبه مايكون بمظلّة تحيطُنا وتعمل على تحديد المسافة العظمى التي يستطيع منها الضوء الوصول إلينا؛ لكنّ هذه المظلّة ليس لها دلالة فيزيائية أكثر من الدائرة التي تحيط بنا وتحدّد الأفق المرئي المحيط بنا ونحن في لجّة المحيط. يرى الفلكيون -حتى أكثر المتحفّظين المتوجّسين منهم-، وبثقة كاملة، أنّ حجم هيكل الفضاء - الزمان المتاح في مدى نواظيرنا (أي ما اعتاد الفلكيون على توصيفه كلاسيكياً بمفردة «الكون») ليس سوى جزء بسيط من بقايا الإنفجار الكبير؛ وعليه فسيكون طبيعياً أن نتوقّع وجود مجرّات أخرى عديدة تتموضع خارج حدود الأفق، وهي لذلك غير مرئية لنا ولايمكن بلوغها بمناظيرنا، وأنّ كلاً من تلك المجرّات (مع أي إمارات من الذكاء الذي يمكن ان يوجد عليها) ستتطوّرُ بكيفية مشابهة للتطوّر الذي ستسلكه مجرّتنا.

إنها فكرةٌ شائعة تلك التي ترى أنّ القرود لو مُنِحَت قدراً كافياً من الزمن لكان في مقدورها كتابة أعمال شكسبير (ومعها بالطبع كلّ الكتب الفخمة الأخرى، إلى جانب سلاسل طويلة من كتابات قد لاتعدو أن تكون هراءً

وعبثاً). إنّ هذه العبارة صحيحة من الوجهة الرياضياتية؛ لكنّ عدد «حالات الفشل» التي تسبق النجاح النهائي (في كتابة نصّ بليغ مثل النصوص الشكسبيرية، المترجمة) هو إحتمال يبلغ واحداً إلى عشرة ملايين؛ في حين أنّ عدد الذرات في الكون المرئي يتكون من عدد ذي ثمانين رقماً صحيحاً؛ لذا فلو أنّ كل الكواكب في مجرّتنا إستوطنتها قردةٌ لاتعمل أي شيء باستثناء الطباعة منذ أن تشكّلت الكواكب الأولى وحتى وقتنا الحاضر فإنّ أفضل ماقد يبلغونه هو طباعة سونيتة مفردة يتيمة (ستتضمّن نتائجهم قطعاً صغيرة متماسكة من كلّ الأدب العالمي؛ لكن لن يكون بينها عمل فخم كامل). إنّ إنتاج مجموعة من الحروف مرتّبة ترتيباً محدّداً (ذا معنى وبلاغة، المترجمة)، من قبل تلك القِردة، بالصيغة التي نعرفها عن كتاب مقروء متداول لهي إمكانية بعيدة الإحتمال حتى أنها لن تنتج ولو لمرّة واحدة طيلة عمر الكون الذي نعرفه ونعيش فيه. عندما نرمي حجر النرد قد نحصل -بالصدفة- على سلسلة طويلة متعاقبة من الرقم 6؛ لكننا لن نتوقّع (في حجر نرد لاشائبة فيه أو عندما نلعب من غير تحايل) أن نحصل على مائة من رقم 6 بصورة تعاقبية حتى لو مضينا في رمي الحجر لبلايين السنوات.

لكن برغم هذا الأمر فأنّ الكون إذا مالمتدّ لآفاق بعيدة بما يكفي فيمكن حينئذ أن يحصل أي شيء إلى حدّ قد ينتج معه نماذج مستنسخة من الأرض في مكانٍ بعيد – ابعد بكثير من خطّ الأفق المعروف لدينا. هذا أمرٌ ليس باليسير؛ فهو يتطلّبُ فضاءً واسعاً إلى حدود كبيرة للغاية: رقمٌ أبعد من مجرّد عدد من مليون رقم بل بعدد يتكون من 10 مرفوعة إلى الأس 100 (أي عدد يكتبُ هكذا: 10100، المترجمة). يُعرَفُ مثل هذا العدد بِـ (**غوغل googol**) – العدد هائل الضخامة الذي تسمّت به المنصّة الألكترونية في المحرك البحثي الأكثر شهرة في العالم.

إذا مامُنِحنا فضاءً وزماناً كافيين فكلّ سلاسل الأحداث الممكن تخيّلها قد تتحقق في مكانٍ ما على الرغم من أنّ هذه الأمكنة ستكون في مدى أبعد بكثير من أنطقة مشاهداتنا المتاحة في الوقت الحاضر، ويمكن للخيارات المتاحة (التي لن نشهدها بوسائلنا التقنية المتاحة حالياً، المترجمة) أن تشتمل على نسخ بيولوجية مشابهة لنا -نحن الكائنات البشرية- فيما لو

وضعنا في حسباننا كلّ الخيارات الكونية الممكنة. عندما يكون ممكناً إتخاذ خيار محدّد فإنّ واحداً -وواحداً فحسب- من النسخ البيولوجية للكائن البشري ستكون متوافقة مع ذلك الخيار، وقد يشعر المرء أنّ الخيار المنتخب هو «حتمي» (لايتوافق مع الإرادة الحرة، المترجمة)؛ لكن العزاء الممكن الذي يمكن أن يُقدّم للمرء هو أنّ نسخة منه بصيغة (**أفاتار avatar**) توجد في مكانٍ بعيد للغاية عنه (أبعد من أن تطاله مشاهداتنا أو متحسساتنا التقنية الدقيقة لكونه يقع خلف خط الأفق المتاح لنا)، وقد تكون لتلك النسخة الأفاتارية خيارات نقيضة لخيارات نظيرها الأرضي.

كان يمكن لكلّ هذا السيناريو الغريب لنا أن يكون جزءً أصيلاً تشتمل عليه مخلّفاتُ الإنفجار الكبير «الخاص بكوننا» -ذلك الإنفجار الذي كان بمستطاعه أن يمتدّ لمديات شاسعة؛ لكن هذا ليس هو الحكاية الكاملة: إنّ ماتواضعنا على توصيفه بمفردة «الكون»- أي مخلّفات الإنفجار الكبير الخاص بكوننا – قد يكون محض جزيرة واحدة، محض رقعة واحدة من المكان والزمان في أرخبيل لانهائي -ربما-. قد يكون ثمة العديد من الإنفجارات الكبيرة بدلاً من إنفجار كبير واحد فحسب، وكلّ مكوّن هيكلي (أي كون، المترجمة) في هذه «الأكوان المتعدّدة» يمكن له أن يبرد بطريقة مختلفة عن الكون الآخر؛ الأمر الذي ينتهي به إلى كينونة مادية محكومة بقوانين فيزيائية مختلفة عن سواها في الكينونات الأخرى، ومثلما أنّ الأرض هي كوكبٌ خاص للغاية بالمقارنة مع زيليونات (عدد كبير غير محدّد، المترجمة) من الكواكب الأخرى فإنّ الإنفجار الكبير الخاص بكوننا -وفي مقياس أعظم بكثير من المقاييس الكونية السائدة- كان متاحاً له أن يمتلك خصوصية متفردة تجعله مثل الأرض (من حيث إدامة أشكال أخرى من الحياة التي نعرف، المترجمة)؛ إذ في منظور كوني أوسع بكثير ممّا نعرف قد لاتعدو قوانين آينشتاين النسبية وقوانين الميكانيك الكمومي أكثر من حزمة بسيطة من قوانين فيزيائية محدودة تحكم بقعتنا الكونية الضيقة. إذن، في المقياس دون الذري **subatomic** قد لايكون المكان والزمان محض «هياكل حبيبية» معقدة التركيب فحسب؛ بل قد يحصل أمرٌ مماثل مع المقياس المتطرّف الآخر -في مقاييس أكبر من التي يمكن أن يطالها

الفلكيون بمجساتهم الحالية- حيث يمكن أن تكون بنية هذا الهيكل الشاسع على درجة من التعقيد تماثل التعقيد البيولوجي الذي نشهده في منظومة بيئية غنية بالتنوّع الحيوي. إنّ مفهومنا الحالي للواقع المادي (الفيزيائي) قد يكون ضيّقاً عند مقارنته بالكلّ الأكبر (الذي ينتمي إليه) تماماً مثل حالة المنظور الذي يمكن أن تمثّله الأرض بالنسبة إلى واحدة من العضويات البيولوجية الدقيقة (**البلانكتون Plankton**) الذي لايتجاوز «كونها» كمية من الماء محتواة في ملعقة طعام.

هل يمكن لكلّ هذا أن يكون صحيحاً؟ إنّ التحدّي الأعظم لفيزياء القرن الحادي والعشرين يتجوهر في الإجابة على سؤالين إثنين: الأول، هل توجد عدة «إنفجارات كبيرة» بدلاً من إنفجار كبير واحد فحسب؟ أما السؤال الثاني -وهو أكثر إدهاشاً من السؤال الأوّل- فهو: لو ثبت حصول إنفجارات كبيرة عديدة؛ فهل أنها جميعاً محكومة بالقوانين الفيزيائية ذاتها (التي تحكم الواقع الفيزيائي الذي نعرف، المترجمة)؟

لو كنّا في أكوان متعدّدة فسوف يتطلب ذلك تحقّق ثورة «كوبرنيكية» عظمى رابعة: الأولى كانت الثورة الكوبرنيكية التي نعرف تفاصيلها (في مقرّرات الفيزياء المدرسية، المترجمة)، والثانية كانت في إدراك وجود بلايين المنظومات الكوكبية في مجرّتنا، والثالثة وجود بلايين المجرّات في كوننا الذي يمكن مراقبته بوسائلنا المادية المتاحة. لكن هذا ليس كلّ الحكاية في يومنا هذا؛ إذ ظهر أنّ المشهد المركّب والمتداخل (البانوراما) الذي يمكن للفلكيين أن يراقبوه يمكن ان لايمثل سوى جزء صغير للغاية من مخلّفات الإنفجار الكبير «الخاص بكوننا»، وهذا بذاته ليس سوى إنفجار واحد بين -ربما- عدد لانهائي من الإنفجارات الكبيرة.

(قد يبدو مفهوم الأكوان المتعدّدة للوهلة الأولى غامضاً للغاية وبعيداً من أن يكون له أيّ تطبيق عملي؛ لكنه قد يقدّمُ -في واحد من تعبيراته المتعدّدة- أفقاً مبشّراً أمام نمط جديد بالكامل من الحواسيب - ذلك هو **الحاسوب الكمومي Quantum Computer** الذي يمكن أن يتجاوز حدود أسرع المعالِجات الرقمية عبر مشاركة العبء الإحتسابي بين عدد لانهائي متقارب من الأكوان المتوازية.)

لم نكن قبل خمسين سنة من يومنا هذا واثقين من حقيقة حصول الإنفجار الكبير. أستاذي المشرف في جامعة كامبردج فرِد هويل، على سبيل المثال، عارض مفهوم الإنفجار الكبير مفضّلاً عليه نموذج الكون «ذي حالة التوسّع الثابت» الذي كان أبدياً لايتغيّر. (لم يغيّر هويل رأيه هذا أبداً في حياته، وقد إنحاز في سنواته الأخيرة إلى فكرة توفيقية يمكن أن ندعوها «**الإنفجار ذا الحالة الثابتة**» **Steady Bang**).

نمتلك في وقتنا الحاضر شواهد كافية لرسم صورة كاملة للتأريخ الكوني منذ النانو ثانية الأولى (النانو = 10–9، المترجمة) حيث المادة فائقة الكثافة، وتماثل ثقتنا هذه ثقة عالم الجيولوجيا الذي يحكي بثقة كاملة عن تأريخ الأرض؛ لذا، وخلال خمسين سنة من اليوم، لن يكون في عداد التفاؤل المفرط أن نأمل في أننا قد نبلغ نظرية فيزيائية «مُوحّدة» مدعمة بالتجربة والملاحظة الدقيقة في نطاق عالم التجربة اليومية، ومن المتوقّع أن تكون هذه النظرية العتيدة واسعة النطاق وادرة بما يكفي على وصف ماحصل في الجزء الأول من تريليون تريليون تريليون جزء من الثانية –حيث كانت الكثافات والطاقات أعلى بكثير من النطاق الذي تعمل عليه– وتطبّقُ فيه – النظريات الفيزيائية في يومنا هذا. لو حصل أن خمّنت النظرية الفيزيائية المستقبلية وجود إنفجارات كبيرة عديدة فيتوجّبُ علينا أن نتعامل مع هذا التخمين على محمل الجدّ الكامل حتى لو كان متعذّراً التثبّت منه بطريقة تجريبية مباشرة (مثلما حصل مع نظرية آينشتاين في النسبية العامة؛ فقد أخبرتنا هذه النظرية بالكثير عمّا يحدث داخل الثقوب السوداء من وقائع عصية على المراقبة من قبل الكائنات البشرية، والتسويغ وراء هذا القبول للنظرية –برغم عدم التثبّت منها تجريبياً، المترجمة– هو أنّ هذه النظرية نجحت في إجتياز إختبارات عدّة في مجالات نستطيع التثبّت منها تجريبياً).

قد نكون قادرين مع نهاية هذا القرن على الحصول على إجابة مثبتة للتساؤل: هل نعيشُ في أكوان متعدّدة أم لا؟، وكم هو حجم التنوّع الذي تعرضه «الأكوان» المكوّنة لهذه الأكوان المتعدّدة؟ سيحدّد الجواب على هذا التساؤل الكيفية التي ينبغي بها أن نفهم الكون «الصديق للحياة» الذي

نعيش فيه (وقد نتشارك العيش فيه مع كائنات فضائية قد نتواصل معها في يوم من قادمات الأيّام).

تفكّرتُ في كتابي المعنون (قبل البداية **Before the Beginning**)[6] في مفهوم الأكوان المتعدّدة. تحصّلت شواهدي الحجاجية في هذا الكتاب على الدفع الخاص بها -جزئياً- بواسطة الخصائص الظاهرية المتناغمة مع صفة (ملاءمة الحياة) و(التنغيم الدقيق) في كوننا، وليست هذه الخصائص الداعمة للحياة خليقة بإثارة أية دهشة إذا ماعلمنا أنّ الواقع المادي يشتمل على تجمّع كامل من الأكوان التي «تتناغم فيما بينها» من حيث التغيّرات الممكنة في الثوابت والقوانين الفيزيائية، وقد تكون الكثير من هذه الأكوان في طور الولادة أو عقيمة (على تخليق الحياة العضوية وإدامتها، المترجمة)؛ لكننا في كلّ الأحوال كنّا سنجد أنفسنا في واحد من الأكوان التي تسمح القوانين الفيزيائية السائدة فيه بِـ (التعقيد النشوئي). عُزّزت هذه الفكرة عبر نظرية «التضخّم الكوني» في ثمانينات القرن العشرين - تلك النظرية التي وفّرت إستبصارات جديدة بشأن الكيفية التي أمكن بها لكوننا القابل للمراقبة بأكمله أن «ينمو بسرعة» من حدثٍ مايكروسكوبي (بالغ الضآلة)، وقد حازت هذه الفكرة على إنتباه جدي مضاف عندما شرع المنظّرون الفيزيائيون في نظرية الأوتار بترجيح كفّة إمكانية وجود أحيزة فارغة مختلفة عديدة، وكلّ منها يمثل عالماً فيزيائياً مصغّراً (مايكروياً) محكوماً بقوانين مختلفة (عن القوانين الفيزيائية المعروفة لنا، المترجمة).

كان لي منذ تلك الأوقات المنوّه عنها أعلاه (ثمانينات القرن العشرين) رؤية مقرّبة تجاه هذا الإنزياح في الرأي ونشوء هذه الأفكار التي يعترف الجميع بكونها حدسية لم تُختبر بطرق صارمة. ساهمتُ عام 2001 في المساعدة بتنظيم مؤتمر عن هذه الموضوعة الإشكالية، وعُقِد المؤتمر بالفعل في كامبردج (ليس في حرم الجامعة العريقة). إستضفتُ المؤتمر في منزلي الريفي الواقع على أطراف المدينة، وهذا المنزل هو في الأساس إسطبل تمّ تحويره ليكون منزلاً يصلح لمعيشتي؛ ولذلك فقد أضفى هذا المنزل شيئاً من الشعور بالموقع المتقشّف الذي جرت فيه محادثادتنا، ثم إستكملنا تلك المحادثات بأخرى إضافية بقصد متابعة التطوّرات بعد بضع سنوات عقب

المؤتمر الأوّل، وفي هذه المرة كان الموقع مختلفاً بصورة تامة عن الموقع الأوّل؛ فقد جرت وقائعه في غرفة كبرى في كلية الثالوث (ترينيتي) -بجامعة كامبردج- بوجود صورة لنيوتن (أكثر الطلاب الخريجين شهرة من هذه الكلية) معلّقة على الجدار خلف منصّة الإجتماع.

الفيزيائي النظري **فرانك ويلكزيك Frank Wilczek** (الذي ذاع صيته بسبب دوره -وهو لما يزل طالباً بعدُ- في صياغة مايُعرَفُ بِـ «**النموذج المعياري Standard Model**» في فيزياء الجسيمات الدقيقة) هو أحد الذين حضروا اللقاءين، وعندما تحدّث في اللقاء الثاني فقد خالف الجوّ الفكري السائد حينها. وصف ويلكزيك الفيزيائيين في اللقاء الأوّل بأنّهم أصواتٌ «هامشية» تصرخ في البرية، وقد طوّروا لعدّة سنوات شواهد دليلية غريبة بشأن المؤامرات المزعومة حول موضوعتي (الثوابت الكونية الأساسية) و(الأكوان البديلة)، وبدت هواجسهم ومقارباتهم الفكرية غريبة بالكامل عن الإجماع السائد في الجبهة المتقدّمة من الفيزياء النظرية التي كانت مهجوسة بأمر تحقيق النجاح الناجز في هيكلة صياغة رياضياتية فريدة ووحيدة وكاملة للكون الذي نعيش فيه؛ لكنّ ويلكزيك عاد في اللقاء الثاني ليصرّح بأنّ الفيزيائيين النظريين الطلائعيين قد إنضمّوا إلى طائفة الفيزيائيين المبشّرين بالفيزياء الجديدة في «البرية» أعلاه.

شاركتُ قبل بضع سنواتٍ خلت في عضوية لجنة لإدارة مؤتمر في جامعة ستانفورد، وقد سُئلنا من قبل رئيس اللجنة: «بِمَ تراهنون على مدى ثقتكم بمفهوم الأكوان المتعدّدة: بالسمكة الذهبية المستخدمة في حوض الزينة الخاصة بكم، أم بكلبكم، أم بحياتكم؟» وكانت إجابتي أنني أفضّل المراهنة في حدود كلبي وحسب (لاأقلّ ولاأكثر من ذلك، المترجمة)؛ في حين قال **أندريه ليندِه Andrei Linde** (وهو فيزيائي كوسمولوجي روسي قضى خمساً وعشرين سنة من حياته وهو يحاول تطوير نظرية عن «التضخّم الأبدي») أنه سيراهن بحياته، وعندما علم الفيزيائي النظري اللامع **ستيفن واينبرغ Steven weinberg** لاحقاً بهذه الأخبار قال بأنه سيراهن بكل سعادة بكلب (مارتن ريس) وحياة (أندريه ليندِه) (في إشارة رمزية واضحة إلى ثقته الكبرى وعدم توجّسه البتة في صحة نظرية الأكوان المتعدّدة، المترجمة).

إنّ جميعنا (أندريه لينده، كلبي، وأنا نفسي) سنكون أمواتاً قبل أن يتمّ حسم الجدل العلمي بشأن وجود الأكوان المتعدّدة. هذا ليس أمراً من قبيل الميتافيزيقا بقدر ماهو تفكّر منقاد بقناعة حدسية بصورة كبيرة؛ لكنه يظلّ علماً باعثاً على الدهشة في نهاية المطاف، وقد تثبت صحّته كذلك في قابلات الأيّام.



4.4. هل «سيخترق العلم الحواجز الفاصلة»؟

يمتلك العلمُ خصيصة مهمّة مميزة له: في الوقت الذي تتوسّع فيه التخوم المتقدّمة لمعرفتنا العلمية فإنّ أحجياتٍ غامضة جديدة أبعد من أن تطالها تلك التخوم المتقدمة لاتنفكُّ تدخل المشهد وتحوز إهتماماً بؤرياً أكثر مدى من ذي قبلُ، ولطالما كانت المكتشفات الجديدة غير المتوقّعة في حقل تخصصي الأكاديمي (الفيزياء الفلكية) مبعثاً دائمياً لدهشة ممتدّة لم تخفت جذوتها مع الأيّام. سيكون دوماً في كلّ مبحث علمي، وفي كلّ طورٍ من أطواره، (**مجاهيل غير معروفة Unknown Unknowns** (–معروفة وشائعةٌ هي السخرية السوداء التي قيلت بحقّ وزير الدفاع الأمريكي الأسبق دونالد رامسفيلد عندما جاء على ذكر المجاهيل غير المعروفة لكن في سياق مختلف عمّا نتحدّث عنه هنا؛ لكنه كان محقّاً في كلامه، وربما كان الأفضل له وللعالم أن يكون فيلسوفاً!–؛ لكن ثمة سؤال أكثر عمقاً هنا: هل توجد أشياء في هذا العالم لن يكون بوسعنا معرفتها أبداً في المستقبل لأنها أبعد من أن تقع في حدود فهم العقل البشري؟ وهل أنّ عقولنا قادرة على فهم كلّ الخصائص الجوهرية للواقع؟

علينا في واقع الحال أن نحتفي بالمدى الذي بلغه فهمنا؛ فقد تطوّر الحدس البشري لكي يتعامل بدقّة مع ظواهر الحياة اليومية التي جابهت أسلافنا البعيدين في كلّ بقاع الأرض (ومنها، على سبيل المثال، السافانا «الأحراش» الأفريقية). لم تتغيّر عقولنا كثيراً منذ تلك الأزمان؛ لذا سيكون أمراً مدهشاً ومثيراً للدهشة التساؤل بشأن الكيفية التي إستطاعت بها عقولنا فهم السلوكيات المناظرة (لما كان يجري في أحراش السافانا الأفريقية، المترجمة) ولكن على مستوى فهم العالم الكمومي والكون، وقد خمّنتُ

منذ زمن بعيد أنّ الإجابات الخاصة بالكثير من الأحجيات الحالية ستحوز موضع الإهتمام البؤري في العقود القادمة؛ لكن لن تحوز كلّ الأحجيات على هذا الإهتمام الأساسي لأنّ بعضاً من الخصائص الجوهرية للواقع ستبقى مدى قدرتنا المفاهيمية الأساسية. قد يحصل أحياناً أن «نرتطم بالتخوم الفاصلة»؛ إذ قد تواجهنا ظواهر لها أهمية حاسمة في تشكيل صورة مستقبلنا البشري على المدى البعيد وكذلك في حيازتنا لفهم كامل للواقع المادي، ونحن لانملك إدراكاً لتلك الظواهر بأكثر ممّا تدركه القِرَدَة عن طبيعة النجوم والمجرّات. لو حصل أن وُجِدت كائنات فضائية فيمكن لبعضها -في أقلّ تقدير- أن يكون لها «أدمغة» تستطيع التعامل مع نطاقاتٍ من الوعي غريبة عن مدى النطاقات التي تبلغها عقولنا البشرية، ومن الطبيعي أن يترتّب على هذه الحقيقة أن تحوز تلك الكائنات إحساساً مختلفاً بالواقع عن إحساسنا نحنُ.

نحصلُ في يومنا هذا على الكثير من العون من جانب القدرة الإحتسابية: يستطيع الفلكيون في «العالم الإفتراضي» داخل حاسوبٍ ما، على سبيل المثال، أن يحصلوا على محاكاة كاملة لتكوين المجرّات، أو أن يُصادِموا كوكباً آخر بالأرض لمعرفة هل هذه هي الطريقة التي قد تشكّل بها القمر، ومن جانبهم يستطيع علماء الطقس محاكاة التغيرات الحاصلة في طبقة الغلاف الجوي (الأتموسفير) من أجل الحصول على التنبؤات المناخية وكذلك لتخمين طبيعة التوجهات المناخية طويلة المدى؛ في حين يستطيع علماء الدماغ الحصول على محاكاة حاسوبية لكيفية تفاعل العصبونات (الخلايا العصبية) مع بعضها. تصبح الألعاب الفديوية أكثر تعقيداً من ذي قبلُ مثلما تصبح لوحات التحكّم بمفاتيح هذه الألعاب أكثر قدرة من سابقاتها، والحال ذاته يصحّ مع تجارب المحاكاة الحاسوبية «الإفتراضية» التي تصبح أكثر واقعية وفائدة مع التطوّر المضطرد في التقنيات الحاسوبية.

ثمة أمرٌ أبعد من هذه المحاكاة الحاسوبية: ليس من مسوّغ يذكرُ وراء حقيقة عدم قدرة الحواسيب على إبتداع مكتشفاتٍ لطالما راوغت العقول البشرية غير المعزّزة (بالقدرات الحاسوبية). تُصبحُ بعض المواد، على سبيل المثال، موصلاتٍ كاملة (مثالية) للكهربائية عندما تُبرّدُ لدرجات

حرارة منخفضة للغاية (أي تصبحُ موصلاتٍ فائقة)، ويُبذَلُ في وقتنا الحاضر جهد حثيث ومستديم لمعرفة سرّ «الوصفة» التي تجعل مادة ما موصلاً فائقاً في درجة حرارة الغرفة الإعتيادية (أعلى درجة حرارة تمّ معها الحصول على موصل فائق كانت في حدود 135- درجة مئوية تحت ضغوط عادية، وأمكن أيضاً الحصول على موصل فائق في درجة حرارة تقربُ من 70- لمركّب كبريتيد الهايدروجين وتحت ضغط عالٍ للغاية). ستتيحُ إمكانية الوصول لموصلات فائقة في درجة حرارة طبيعية نقل الطاقة الكهربائية عبر القارات من دون خسائر، كما ستمكّنُ من الحصول على قطارات عالية الكفاءة من طراز (ماغليف) فائقة السرعة.

ينطوي هذا المسعى على الكثير من محاولات «التجربة والخطأ»؛ لكن بات ممكناً في وقتنا هذا حسابُ خواص المواد، ولأجل فعل هذا الأمر ينبغي إحتسابُ كلّ الممكنات المتاحة لملايين الخيارات وبطريقة أسرع بكثير من التجارب الحقيقية الممكن إجراؤها.

إفترض أنّ آلة ما (أي حاسوباً المترجمة) جاءت بوصفة ناجحة ومميزة؛ فيمكن حينها القول أنها قد نجحت بمثل الطريقة التي نجحت بها آلة AlphaGo؛ لكنها ستكون حينها قد حققت إنجازاً علمياً يتيحُ للعالِم الموكل بانجازه الحصول على جائزة نوبل. إنّ مثل هذه الآلة ستكون في سلوكها كما لو أنها تملك بصيرة وخيالاً في نطاق عالمها التقني مفرط الخصوصية والمحدّد (بالمكوّنات الألكترونية، المترجمة)، وستكون مدهشةً للجميع بمثل الدهشة التي أصابت بها آلة AlphaGo أبطال العالم الشطرنجيين من البشر بفعل بعض حركات القطع المذهلة التي أقدمت عليها. يمكن أن يحصل الأمر ذاته مع الأبحاث الساعية لبلوغ عقاقير جديدة ذات تركيب كيميائي أمثل؛ إذ تستطيع الحواسيب إنجاز هذا الأمر بدلاً من الإرتكان إلى تجارب حقيقية، تماماً مثلما فعل مهندسو الملاحة الجوية في محاكاة جريان الهواء فوق أجنحة الطائرات المصمّمة بالإعتماد على الإجراءات الحاسوبية عوضاً عن الإعتماد على تجارب النفق الهوائي المعروفة منذ زمن بعيد.

الأمر الآخر المعادل في أهميته لأهمية المقدرة المحاكاتية الحاسوبية الفائقة هي القدرة على تمييز التوجّهات الصغرى أو الإرتباط عبر «التعامل

مع» مجاميع ضخمة من البيانات. دعونا نتناول مثالاً من علم الوراثة: إنّ خصائص مثل الذكاء والطول هي خصائص محدّدة بفعل مجاميع من الجينات، ولأجل تشخيص هذه المجاميع الجينية سيحتاج الأمرُ إلى آلة ذات سرعةٍ كافية لمسح عيناتٍ كثيرة من الجينومات بغية تحديد كلّ الإرتباطات الصغرى بينها. تُستخدَمُ طرائق مشابهة من قبل المضاربين الماليين في الكشف عن توجهات الأسواق المالية والإستجابة السريعة لها وبما يضمنُ لعملائهم المستثمرين أن يحوزوا العوائد المالية المجزية بالمقارنة مع بقية العملاء الماليين.

إنّ إدعائي بوجود حدود محدّدة لما يمكن أن تفهمه الأدمغة البشرية كان موضوعةً بحثها، وبطريقة عَرَضية، **ديفيد دويتش David Deutsch**، الفيزيائي النظري الذي حقّق سبقاً مميزاً في توصيف المفاهيم الأساسية في «**الحوسبة الكمومية Quantum Computing**». أشار دويتش في كتابه الممتاز المثير للتفكّر (**بداية اللانهاية The Beginning of Infinity**) [7] إلى فكرة مؤدّاها أنّ كلّ عملية هي -من حيث المبدأ- **قابلةٌ للإحتساب Computable**. هذا أمرٌ صحيح؛ لكن ينبغي في كلّ الأحوال أن نضع في حسابنا أنّ إمتلاك القدرة على إحتساب شيء ما لايماثلُ القول بامتلاك إدراكٍ متبصّر له. تفكّر ملياً في المثال التالي من حقل الهندسة المستوية حيث يمكن تحديد كلّ النقاط بعددين، الأول يمثلُ بُعد النقطة على المحور الأفقي (السيني) والثاني يمثلُ بُعد النقطة على المحور العمودي (الصادي): إنّ كلّ واحدٍ فينا سبق له دراسة الهندسة المستوية في المدرسة سيعرفُ أنّ المعادلة التالية تصفُ دائرة (x2 + y2 = 1)، ومجموعة ماندلبروت الشهيرة توصفُ بواسطة خوارزمية **algorithm** يمكن كتابتها في سطور قليلة، ويمكن رسم هذه المجموعات حتى بواسطة حاسوب متوسّط القدرة. إنّ «تعقيد كولموغوروف» لمثل هذه المجموعات ليس كبيراً: لكن ليس ثمة من كائن بشري أعطِي خوارزمية ماندلبروت فقط إستطاع فهم -فضلاً عن تصوير- مثل هذه الأنماط «الكسورية» فائقة التعقيد بالطريقة ذاتها التي يمكن له فيها تخيّل شكل الدائرة على سطحٍ مستوٍ.

يمكن أن نتوقّع الكثير من التطوّرات الدرامية في العلوم خلال هذا

القرن. الكثير من الأسئلة التي تسبّبُ إرباكاً لنا في وقتنا الحاضر ستكون قد لقيت إجاباتٍ مناسبة لها، وستنشأ أسئلة جديدة لانستطيع حتى تخيّلها الآن، وينبغي في كلّ الأحوال أن نضع في حسباننا ضرورة أن نبقى منفتحي العقول تجاه إحتمالية أن تبقى بعض الحقائق الأساسية الخاصة بالطبيعة، وبرغم كلّ محاولاتنا الحثيثة، أكثر تعقيداً من أن تفهمها بالكامل أدمغتنا البشرية غير المعزّزة بوسائط مساعدة. قد لانستطيع أبداً-ربما- فهم الأحجية الكامنة في طبيعة وعمل أدمغتنا البشرية ذاتها: كيف يمكن للذرات التجمّع مع بعضها لتكوين «المادة الرمادية» التي قد تصبح يوماً ما في المستقبل قادرة على إدراك ماهيّتها والتفكّر في أصولها؟ أو التفكّر -ربما- في الكيفية التي أمكن بها لكونٍ معقّد بما يكفي أن يسمح بنشوئنا، ولأجل ذلك صار أعظم تعقيداً على عقولنا من أن تفهمه؟

لم يزل الأمر موضع مباراة حجاجية بشأن طبيعة المستقبل البعيد: هل ستسود فيه كائناتٌ بعد إنسانية عضوية أم سيكون ساحة خالصة لسيادة الآلات الذكية؟؛ لكننا سنكون مفرطين في التمركز على السيادة البشرية – بالمعنى السائد في وقتنا الحاضر– إذا ماصدّقنا أنّ فهماً كاملاً للواقع المادي هو في متناول الفهم البشري حتى في ذلك المستقبل البعيد، وأن ليس ثمة من أحجياتٍ ملغّزة ستبقى تتحدّى أحفادنا مابعد الإنسانيين.



4. 5: ماذا عن الإله؟

إذا كان السؤال الأول -في ترتيب الأهمية- الذي يتوجّب توجيهه للعلماء الفلكيين هو: «هل نحن وحيدون؟» فإنّ السؤال الثاني هو بالتأكيد: «هل تؤمنُ بالإله؟». جوابي التوفيقي على هذا السؤال هو: انا لاأؤمن بالإله (بالكيفية السائدة عن الإيمان بالإله الخالق)؛ لكن هذا لايمنعني من القول بأنني أتشارك حسّاً بالدهشة والأحجيات الغامضة إزاء الكون مع الكثيرين ممّن يحملون هذا الحسّ العميق (علماء وغير علماء أيضاً).

يولّدُ الحدّ المعرفي الفاصل بين العلم والفلسفة، وحتى يومنا هذا، الكثير من الجدالات الساخنة على الرغم من عدم حصول تبدّلات أساسية في هذه الجدالات الحامية منذ القرن السابع عشر. أطلقت مكتشفات نيوتن في الفيزياء الكلاسيكية طيفاً واسعاً من الإستجابات الدينية (والمضادة للدين كذلك)، وكذلك فعل -وربما بأشد ممّا فعلت الفيزياء النيوتنية- تشارلس داروين في القرن التاسع عشر. أبان البعض من علماء عصرنا هذا تنويعة متباينة من التوجّهات الدينية: ثمة بينهم من هو مؤمن تقليدي مثلما يوجد ناكرون عنيدون للمعتقدات الدينية التقليدية. تمثل رؤيتي الشخصية -كما أحسب- نوعاً من الرؤية المضجرة لهؤلاء الذين يسعون لتطوير حوار بنّاء (أو حتى لو سعوا لمحض لإقامة مجادلة غير بنّاءة؛ لكن من غير طبيعة مزمنة وعداء مستحكم) بين العلم والدين، وتتأسّسُ رؤيتي هذه على المواضعة التالية: لو كان لنا أن نتعلّم شيئاً من السعي الحثيث للعلم فسيكون هذا الشيء هو أنّ كينونة أساسية تمثل اصغر وحدة بنائية في العالم، وهي الذرة، تبقى برغم كل جهودنا الحثيثة عصية على الفهم الكامل. هذه حقيقة ينبغي أن تستحثّ الحسّ الشكوكي بشأن أيّة دوغما (قناعة صلدة راسخة مسبقة لاتقبل التغيير

أو التعديل) أو إدّعاء بإنجاز كشف علمي هو في حقيقته ليس بأكثر من جهد بعيد عن الإكتمال، وكذلك بشأن أية بصيرة تزعم الكشف عن الماهية الفاتنة للوجود -حتى لو جاء الأمر بطريقة إستعارية-، وكما قال داروين في رسالة إلى عالم الأحياء الأمريكي (آسا غراي): «أشعرُ في أعماقي أنّ الموضوع الكامل (الوجود) لهو أكثر تعقيداً وفتنة من أن تبلغ القدرة الفكرية البشرية أقاصيه البعيدة. يمكن لكلبٍ -أيضاً- أن يتفكّر في عقل نيوتن؛ لذا دعونا نأمل أنّ كلّ فردٍ فينا يتطلّعُ ويؤمن بقدرته على التفكّر الحر»[8].

يؤمن المناصرون لمبدأ الخلق **Creationists** أنّ الإله خلق الأرض على نحوٍ قد يتخالف قليلاً أو كثيراً عمّا هي عليه، وهذا ممّا لايتيحُ أية إمكانية إضافية لإنبثاق أنواع جديدة أو نشوء تعقيد معزّز، ولايتيحُ هذا الأمر أيضاً توجيه الإهتمام -ولو في حدودٍ دنيا- نحو مايجري في الكون الأوسع. إنّه لأمرٌ يقعُ في عداد الإستحالة الكاملة إذا ماسعينا -بواسطة المنطق الخالص فحسب- حتى لدحض آراء شخصٍ ما يدّعي أنّ الكون قد خُلِق قبل ساعة خلت، وتمتدّ هذه الإستحالة لتشمل كلّ ذكرياتنا وكل بقايا المرويات اللصيقة بنا والخاصة ببواكير التأريخ (إشارة إلى مرويات الخلق الدينية، المترجمة)، ولاتزال مفاهيم «الخلق» الدينية تمتلك سطوتها الجبارة بين أطياف واسعة من الإنجيليين الأمريكيين وكذلك في بعض مناطق العالم الإسلامي. ثمة في منطقة ما من ولاية كنتاكي الأمريكية متحفٌ يدعى «**متحف الخلق**» يشابه في شكله الهيكلي وحجمه -كما يدّعي مطوّرو فكرته- فُلْك نوح، ويمتدّ على طول 510 أقدام، وقد تكلّف بناؤه مائة وخمسين مليون دولار!

شاعت في الآونة العقود الأخيرة نسخة إيمانية أكثر تعقيداً من الإيمان التقليدي - تلك هي (**التصميم الذكي Intelligent Design**) الذي صار في عداد الموضة الفكرية الأكثر شيوعاً من الأشكال التقليدية للإيمان. يقبل التصميم الذكي فكرة التطوّر لكنه ينكِرُ أن يكون الإنتخاب الطبيعي العشوائي قادراً على تفسير تلك السلسلة التطوّرية الطويلة من الوقائع التي أدت إلى نشوئنا -نحن الكائنات البشرية-. إنّ الكثير من الموجودات الحية تشكّلت من أطوار يبدو فيها أنّ عنصراً حيوياً مفصلياً في التشكّل الحياتي (نشوء الحياة) قد إستلزم سلسلة من الخطوات التطوّرية التعاقبية بدلاً من

قفزة منفردة عظيمة (إشارة إلى فعل الخلق، المترجمة) وبكيفية لاتكون معها الخطوات الوسطية ذاتها ضرورية أو حاملة لأيّ فوائد تديم بقاء الكائن الحي؛ غير أنّ هذا الأسلوب الحجاجي هو خليق بفكر الخلق التقليدي: يركّز «المؤمن التقليدي» بؤرته الفكرية على تفاصيل بذاتها فحسب (وثمة الكثير من هذه التفاصيل) من النمط الذي لم يُفهَم علمياً بطريقة مقبولة، ثم يجادلُ بوجود أحجية غامضة تشكّلُ مثلبة ونقيصة أساسية في النظرية موضوعة البحث، ويتناسى هؤلاء بالطبع أنّ أيّ شيء يمكن «تفسيره» باجتراح تدخّل قوة علوية غير طبيعية؛ لذا إذا كان نجاحُ أية فكرة يُقاسُ بمدى قدرتها على توفير «دليل تفسيري»، بصرف النظر عن مدى كونه لزجاً ورجراجاً ويمكن تشكيلة بأي شكل نريد؛ فحينئذ ليس أمامنا سوى أن نسلّم بأنّ «دُعاة التصميم الذكي» سيفوزون دوماً!.

لكنّ التفسير المقبول (في أي حقل معرفي أو علمي أو منشط إنساني) تكون له قيمة بقدر مايستطيع الجمع بين الظواهر المختلفة ويحيلها إلى مبدأ أساسي واحد أو فكرة موحّدة. يمثّل الإنتخاب الطبيعي الدارويني واحداً من هذه المبادئ التفسيرية التي حازت قبولاً واسعاً منذ نشرها في الكتاب المعنون (**في أصل الأنواع On the Origin of Species**)، وهو الكتاب الذي وصفه مؤلفه بأنه «دليلٌ واحد معروضٌ بطريقة مطوّلة ومسهبة». لو شئنا الحقيقة فإنّ الفكرة الموحّدة العظيمة الأولى في تأريخ العالم كانتِ قانون نيوتن في الثقالة، ذلك القانون الذي حدّد القوة الجذبية التي تشدّنا إلى الأرض مثلما تجعل تفّاحة ما تسقط بفعل قوة هي ذاتها التي تُبقي القمر والكواكب تدور في أفلاكها المحدّدة. إنّ قيمة قانون نيوتن تكمن في أننا لم نعُد في حاجة لتسجيل سقوط كلّ تفاحة نحو الأرض لكي نقتنع بأنّ التفاحة ستسقط حتما نحو الأرض متى ماتُرِكت وحيدة (إشارة إلى صفة **التعميم Generalization**التي تميّز كلّ القوانين العلمية، المترجمة).

تعود أصول فكرة «التصميم الذكي» إلى المحاججة الكلاسيكية القديمة المعروفة: كلّ تصميمٍ يحتاجُ مصمّماً. قدّم اللاهوتي **ويليام بالي William Paley**، قبل قرنين من يومنا هذا، مقاربة إستعارية صارت شائعة اليوم، وهذه المقاربة هي (الساعة وصانعُها) التي صارت الشاهدة القياسية الشائعة على

وجود خالق محب[9]. نحن في يومنا هذا نصوّرُ كل تطوّر بيولوجي باعتباره ناتج إنتخاب تطوّري طويل وتعايش تكيّفي بين الكائن الحي ومحيطه الحيوي، وقد بلغت هذه الرؤية مبلغاً جعل شواهد (بالي) الحجاجية تخفت على الصعيد العام حتى بين أوساط اللاهوتيين[10].

كانت رؤية (بالي) بشأن علم الفلك أنه ليس بالعلم الأكثر قدرة من سواه في تقديم شواهد مؤثرة على مقبولية فكرة (التصميم الذكي)؛ ولكن مع ذلك رأى بأنّ «علم الفلك، وبعد أن تمّ إثبات التصميم الذكي في حقول علمية أخرى، يخدم قبل كل شيء في أن يُرينا المقياس العظيم الذي تعمل فيه -وتبلغه- أفاعيل الخالق». ربما كان بالي سيستجيب بطريقة مختلفة لو حصل وعلم شيئاً بشأن الفيزياء -التي نبدو محظوظين بها- التي قادتنا لمعرفة المجرات، والنجوم، والكواكب، والعناصر المختلفة المميزة التي تكوّن الجدول الدوري. تطوّر الكون من بداية بسيطة -الإنفجار الكبير- حصلت في مدة زمنية بالغة الصغر؛ لكنّ القوانين الفيزيائية هي شيء «معطى» وليست شيئاً تطوّر (مثل الكون، المترجمة)، والإدعاءات بأنّ الوصفة التي تشكّل الكون بفعلها تبدو وصفة شديدة الخصوصية هي أمرٌ لايمكن طرحه جانباً بطرفة عين مثلما أمكننا فعله مع «شواهد» بالي الحجاجية السابقة (ثمة تفسير ممكن بواسطة فكرة الأكوان المتعدّدة، وهو الأمر الذي ناقشناه في القسم 4. 3 من الكتاب).

النموذج الحديث المُناظر لفكر (بالي) هو الفيزيائي الرياضياتي السابق جون بولكينغهورن **John Polkinghorne**، الذي يفسّرُ مستوطنتا الكونية المنغّمة تنغيماً دقيقاً **Fine – Tuned** باعتبارها «صنيعة من عمل خالقٍ رأت إرادته العلوية أن يكون الأمر على هذه الشاكلة»[11]. كانت لي جولات نقاشية عامة محبّبة مع البروفسور بولكينغهورن الذي كان احد أساتذتي الذين تعلّمت منهم الفيزياء في كامبردج وأنا طالبٌ في بواكير عمري، وقناعتي بشأنه هي أنّ مقاربته اللاهوتية مفرطةٌ في الميل إلى التمركز حول الإنسان والإنكفاء على بضعة مفاهيم ضيقة بحيث تبدو معها هذه المقاربة عصية على أي قدر من المصداقية المقبولة. لايتّخذ البروفسور بولكينغهورن جانب «التصميم الذكي» لكنه يؤمن في إلهٍ قادر على التأثير في العالم عبر دفعة أو وخزة في مواضع منه تكون كفيلة بإحداث نتائج تحدث إستجابةً لتغيّرات جدّ ضئيلة

- أي باختصار: الحصول على تأثيرات كبرى بفعل مجهود صغير يكاد يكون مخفياً عن الأبصار.

عندما ألتقي مع رجال دين مسيحيين (أو نظرائهم من الأديان الأخرى) أحاول أن أستكشف معهم ماالذي يعتبرونه «المعرفة الدنيا أو الإلتزام الأدنى» (مايسمّى بِـ «المعرفة النظرية الأدنى» اللازمة للإنطلاق في مبحث علمي، المترجمة) الذي ينبغي أن يقبله مريدوهم (أو أتباعهم). من الواضح أنّ الكثرة المطلقة من المسيحيين يعتبرون قيامة المسيح -إعادة انبعاثه من الموت بحسب اللاهوت المسيحي- واقعة تأريخية ومادية تحقّقت في العالم المادي. يؤمن بولكينغهورن من جانبه -بالتأكيد- بهذه الواقعة؛ بل هو يفعل أكثر من محض الإيمان العادي بها عندما يُلبِسُها لبوساً فيزيائياً؛ إذ يكتب ويصرّحُ بأنّ المسيح تحوّل إلى حالة مادية غريبة عن مدى اختبارنا المادي، وأنّ هذه الحالة المادية ستتساقطُ على البقية الباقية من أتباعه الخُلّص عندما يحين موعد الساعة القيامية. رئيس أساقفة كانتربري، جستن ويلبي، قال عام 2018 في سياق رسالته السنوية التي يقدّمها بمناسبة عيد القيامة (الإيستر): «إذا كانت القيامة حكاية او أمثولة إستعارية فينبغي لي، بصراحة كاملة، أن أستقيل من عملي». لكن كم عدد الكاثوليكيين الذين يؤمنون حقاً إيماناً حرفياً بالمعجزتين -ولادة المسيح وقيامته بحسب المرويات الإنجيلية، المترجمة- اللتين تشكّلان الجزء العملي في إختبار المرشّح المكرّس لينال بركة القداسة؟ أنا من جانبي أراني مسكوناً بكلّ ضروب الإرتياب إزاء الإيمان الحَرْفي الذي يتملّكُ الكثيرين تجاه مثل هذه الوقائع الإعجازية وأضرابها.

يطيبُ لي أن أصف نفسي بكوني مسيحياً ممارساً لكن غير مؤمن، وثمة مفهوم موازٍ لهذا التوصيف يشيع بين اليهود: يوجد الكثير من اليهود ممّن يتبعون التقاليد اليهودية الشائعة (إيقاد الشموع في ليالي الجمعة،،،، إلخ)؛ لكنّ هذا الأمر لايعني أنّهم في حاجة لكي يفردوا أيّ اعتبار أساسي أو علوي لدينهم في الحياة التي يعيشونها؛ بل إنهم لايقيمون أي اعتبار للإدعاء الذي يرى بأنّ دينهم ينطوي على أية حقيقة متفرّدة أو أعلى شأناً من الأديان الأخرى، وحتى قد يرون في أنفسهم أشخاصاً ناكرين للإيمان الديني. أراني في حياتي مثل هؤلاء اليهود؛ فإنا باعتباري «مسيحياً مثقفاً» أداومُ على المشاركة -وإن

بطريقة غير منتظمة- في الطقوس الخاصة بالكنيسة الأنكليغانية (كنيسة إنكلترا) التي لطالما إعتدتُ أجواءها منذ طفولتي الباكرة.

يركّز الناكرون المتطرّفون لكلّ أشكال الإيمان الديني، وبطريقة فيها الكثير من المغالاة، على الدوغما (العقيدة) الدينية وعلى مايدعى «اللاهوت الطبيعي»، وهم يسعون دوماً للحصول على شاهدة على القوى غير الطبيعية **Supernatural** (أي الفائقة للطبيعة) في العالم المادي. يتوجّبُ على هؤلاء أن يعيروا إنتباهتم -على وجه التخصيص- إلى الأشخاص الدينيين الذين ليسوا مفتقدين للألمعية والذكاء مثلما هم ليسوا بسطاء سُذّجاً. عندما يهاجم الناكرون للدين والإيمان الديني التيار الرئيسي لأيّ معتقد ديني بدلاً من السعي الحثيث للتعايش السلمي معه فإنّهم يُضعِفون التحالف الممكن الذي يسعى للوقوف بوجه الأصولية والتعصّب، فضلاً عن أنّهم يُضعِفون العلم ذاته: لو أنّ شاباً مسلماً أو مسيحياً إنجيلياً أخبِرَ بأنه ليس بمستطاعه الجمعُ بين الإيمان بالإله والقبول بحقيقة التطوّر (الداروني) فسيفضّلون خيار الإيمان بالإله وترك العلم الذي قد يتسبّبُ في إحساسهم بالضياع الروحي. يُفرِدُ أتباع معظم الديانات المعروفة أهمية عظمى للجوانب الطقوسية والمجتمعية في إيمانهم؛ بل أنّ الحقيقة الصارخة تشي بأنهم قد يضعون الجانب الطقوسي في مرتبة أسمى من إيمانهم الديني الخالص؛ والتسويغ الكامن وراء هذه الحقيقة واضحٌ بذاته: عندما يكون ثمة الكثير ممّا يفصلُ بيننا (كأفرادٍ في مجتمع ما)، وعندما يكون التغيّر (الفكري والعلمي والتقني) سريعاً بطريقة مربكة فإنّ من شأن هذه الطقوسيات المُتشارَكة أن توفّر لحمة رابطة قوية بين أعضاء الجماعة الدينية الواحدة، ومن جانبٍ آخر فإنّ التقاليد الدينية التي تشدُّ وثاق أتباع دينٍ ما مع الأجيال السابقة ينبغي أن تعزّز هواجسنا بضرورة أن لانخلّف وراءنا عالماً متآكلاً متشظّياً منهوب الموارد للأجيال التي ستخلُفنا.

تقودني هذه المقاربة الفكرية، وبتناغم سلس، إلى موضوعتي النهائية: كيف يتوجّب علينا أن نستجيب لتحدّيات القرن الحادي والعشرين بغية تصغير الهوّة الفاصلة بين العالم كما هو من جهة، والعالم الذي نتوق للعيش فيه ومشاركته مع بقية «مكوّنات الخلق»؟

-5-

حصيلة إستنتاجية

1.5 : ممارسة العلم

أضاء الفصل الأوّلُ من هذا الكتاب مناطق معتمة عديدة بشأن التحوّلات التي طرأت في هذا القرن (الحادي والعشرين) - تلك التحوّلات غير المسبوقة في سرعتها ومفاعيل تأثيراتها المتعاظمة على نطاق البيئة العالمية. وجّه الفصل الثاني من الكتاب بؤرته نحو التطوّرات العلمية التي يمكن أن نتوقّعها في العقود القادمة، مع تأكيد مقصود فيه على الفوائد المجتناة من هذا التطوّرات فضلاً عن المعضلات الأخلاقية التي قد تتطوّرُ إلى مخاطر يمكن أن تتسبّب في إندلاع مخاطر جدية -أو حتى معضلات كارثية- مهدّدة للإنسانية. إستكشف الفصل الثالث آفاقاً أوسع في نطاقَي المكان والزمان، وتفكّرنا فيه بشأن المديات الواقعة خارج نطاق بيئتنا الكوكبية الأرضية وبخاصة في موضوعة الآفاق المحتملة لمستقبل «مابعد إنساني». قدّم الفصل الرابع تقييماً للآفاق الممكنة لفهم أفضل لأنفسنا وللعالم معاً وبطريقة أكثر حفراً في الجذور العميقة لما يمكن أن نتعلّمه ولما يمكن أن يظلّ، وإلى الأبد، خارج مجال قدرتنا على التعلّم والإدراك. سأعمدُ في الصفحات القليلة القادمة المتبقية من الكتاب إلى التركيز على موضوعتَي (هنا) و(الآن)، وبكلمات أكثر تحديداً: إيضاحُ الدور المنوط بالعلماء وسط هذه البيئة الإرتكاسية الأصولية المتنامية، وأنا إذ أفعلُ هذا فإنّما أمايزُ تمييزاً دقيقاً بين الإلتزامات الخاصة الملقاة على عاتق العلماء وبين تلك الملقاة على عواتقنا جميعاً باعتبارنا -كائنات إنسانية ومواطنين معاً- مهجوسين بمستقبل العالم الذي سنسلّمهُ ميراثاً للأجيال القادمة.

لكن دعوني منذ البدء أقدّم هذا الإيضاح فائق الأهمية: أنا أستخدمُ مفردة «العلم» هنا كمفردة إستعارية مجازية مختصرة تشملُ التقنية والهندسة أيضاً.

إنّ تطويع مفهوم علمي ووضعه موضع التطبيق العملي واسع النطاق لهو مسعى يمكن أن يمثّل، وفي أحايين كثيرة، تحدّياً أعظم بكثير من الإكتشاف العلمي الأوّلي. ثمّة فلم كارتوني (هو من مفضّلاتي التي أشاهدها دوماً) أرشدني إليه بعضُ أصدقائي الخلّص من المهندسين، يحكي عن إثنين من القنادس يرفعان رأسيهما عالياً وهما يتطلّعان إلى سدّ ضخم لتوليد الطاقة الكهربائية من المياه المتدفّقة عبره. يقولُ أحدُ القندسيْن لصديقه الثاني: «أنا لم أشيّدْ هذا السدّ حقاً؛ لكنّ عمله يقومُ على فكرتي!». أرى فيما قاله القندس هذا دافعاً لي لكي أذكّر زملائي العاملين في الحقول النظرية للعلم بأنّ المهندس السويدي (غيديون سندباك)، الذي إخترع سحّاب البنطلون Zipper، ساهم في إحداث قفزة فكرية أرفع ممّا يستطيعه أغلب العلماء النظريين منّا.

يشيعُ على نطاقٍ واسع أنّ العلماء يتبعون في عملهم البحثي طريقة منهجية محدّدة توصفُ بأنّها «الطريقة العلمية»، وأرى من جانبي الضرورة الحاسمة لإبطال هذا التصوّر الشائع (الأقرب إلى الفكر الدوغمائي، المترجمة)؛ إذ أنّ الأكثر دقّة وصحّة هو القول بأنّ العلماء يتبعون الأسلوب العقلاني ذاته في التحرّي والبحث الإستقصائي مثلما يفعل المحامون أو رجال التحرّيات الجنائية في تصنيف الظواهر وتقييم الشواهد المتوفّرة. يشيع أيضاً وعلى نطاق واسع فهم خاطئ ومضلّل (أراه مدمّراً إلى أبعد الحدود) يرتبط بالممارسة العلمية، ويتأسّسُ هذا الفهم على قناعة مفترضة مسبّقة بوجود شيء ما «نخبوي» في نمط تفكير هؤلاء الذين نصفهم بتوصيف «العلماء»، وقد تكون (المقدرة الأكاديمية) محض وجهٍ واحد فحسب من المفهوم الأوسع نطاقاً الذي نصفه بِـ (المقدرة الفكرية) التي يحوزها في العادة أعاظم الناس، وبمقادير متوزّعة بكيفية متساوية، من الصحفيين والمحامين والمهندسين والسياسيين. يُبدي إي. أو. ويلسون **E. O. Wilson** (العالم البيئي الأمريكي الذي سبق لنا أن جئنا على ذكره في القسم 4. 1 من الكتاب) قناعته بأنّ أي عالم يبتغي أن يكون إسماً مؤثراً في حقل علمي ما «فسيكون من الأفضل له حقاً أن لايتطلّع لكي يكون إسماً برّاقاً إلى حدود بعيدة»[1]، وهو هنا لايتقصّدُ التقليل من شأن التبصّرات ولحظات الإكتشاف الملهمة

التي تختصُّ بها (على ندرتها) حيوات العلماء العاملين في حقول علمية عديدة؛ لكنه، ولأنّه قضى معظم حياته خبيراً عالمياً في عشرات أو ألوف أنواع النمل؛ فإنّ العمل البحثي لويلسون إقتضى منه عقوداً من الكدح الشاق، والأمثولة التي نستخلصها من عمله هي أنّ الفكر النظري العلمي الذي يصنعه عقل العالِم المسترخي في كرسيه الهزّاز ليس بالأمر الكافي فضلاً عن كونه ينطوي على مخاطرة قد تكون مجلبة للضجر الناجم عن التفكّر النظري المستديم. أرى أنّ ويلسون لم يجانب الصواب حقاً عندما صرّح بأنّ هؤلاء الذين لاتصلُ قدراتهم في الملاحظة أبعد من أرنبة أنوفهم، ويمتلكون عقولاً مماثلة لِـ (عقول الجنادب)، قد يجدون وظائف مجزية تمنحهم الفرح والمال (حتى لو كانت أقلّ صيتاً ومكانة من وجهة نظر المجتمع العلمي النخبوي)، ويمكن لتلك الوظائف أن تشمل حقولاً كثيرة من بينها المضاربة اللحظية بالأسهم في وول ستريت.

يختصُّ العلماء في عمومهم بالقليل من الإهتمام تجاه الفلسفة؛ لكنّ بعض الفلاسفة يتناغمون مع العلماء ويختصّون باهتمامهم الأعظم. إنفرد **كارل بوبر Karl Popper**، على وجه التخصيص، بقدرته على توجيه إهتمام العلماء نحوه والولع بأعماله وبخاصة في النصف الثاني من القرن العشرين[2]، وقد كان بوبر محقّاً في قوله بأنّ النظرية العلمية ينبغي أن تكون **قابلة للدحض refutable** من حيث المبدأ، ولو أنّ نظرية ما من النظريات أبدت مرونة عجيبة في مداها (أو أنّ المنافحين عنها إنبروا لمناصرتها باستماتة حتى لو بلغ بهم الأمر حدّ الزوغان عن قناعاتهم الفكرية)، وبلغت هذه المرونة حداً مكّنها من تعديل حالها لكي تستجيب لكلّ حدث لحظي يتقاطع معها فلن تكون تلك النظرية بمستحقة للإنضواء في خيمة العلم الأصيل، ولعلّ فكرة التناسخ **Reincarnation** هي مثالٌ واحد فحسب بين أمثلة كثيرة. سجّل العالم البيولوجي الأشهر بيتر مدوّر **Peter Medawar** في كتاب ذائع الشهرة له[3]، وبطريقة أكثر ميلاً لتصعيد المحاججة الإشكالية، توبيخاً مؤلماً للتحليل النفسي الفرويدي تأسيساً على المواضعة البوبرية التي أوردتها فيما سبق، وقد إعتبر في كتابه المشار إليه وبطريقة حاسمة أنّ «التحليل النفسي منظوراً إليه في هيكليته الكلية لن يفوز بمرتبة العلم في نهاية المطاف؛ فهو

نتاجٌ نهائي لعملية تطوّرية، وحاله في هذا حال الديناصور أو منطاد زيلن. ليس ثمة من نظرية (حتى لو كانت أفضل من نظرية التحليل النفسي الفرويدية) تستطيع المطاولة في البقاء قائمة على أنقاض النظريات التي سبقتها، ويبدو أنّ هذه الخصيصة هي الأكثر مجلبة للحزن والغرابة بين كلّ المثابات التي تسِمُ تأريخ الفكر الإنساني في القرن العشرين»؛ لكن المبدأ البوبري، وبرغم كل شيء، له مَعْلَمان يمثّلان وهناً فيه: الأوّل، يتمثّلُ في أنّ التفسير التأويلي لأية نظرية يعتمد على السياق الذي وضِعت فيه. لنتذكّر، على سبيل المثال، تجربة ميكلسون – مورلي التي كشفت في نهاية القرن التاسع عشر عن أنّ سرعة الضوء (التي تقيسها ساعة موضوعة في مختبر) بقيت ثابتة مهما كانت السرعة التي يتحرّكُ المختبر بها، وكذلك بصرف النظر عن أي وقت من أوقات السنة يجري فيه حساب سرعة الضوء وكذلك بصرف النظر عن حركة الأرض ذاتها. أدركنا لاحقاً أنّ هذه الحقيقة هي نتيجة طبيعية لنظرية آينشتاين في النسبية؛ لكن لو أنّ التجربة ذاتها كانت أجرِيت في القرن السابع عشر لكانت أعتُبِرت شاهدة لايرقى إليها الشك على أنّ الأرض لابثة في مكانها لاتتحرّك، ولسادت قناعة بأنّ هذه التجربة إنما هي دحضٌ للنظرية الكوبرنيكية. أما المَعْلمُ الثاني فيتمثّلُ في حاجتنا إلى المساءلة المنطقية لتقرير كم هي جاذبة ومقبولة تلك الشواهد المخالفة للنظرية القائمة بحيث يصبحُ لزاماً معها إستبعاد نظرية راسخة موطّدة الأركان. عبّر فرانسيس كريك **Francis Crick** (الذي ساهم صورة مشتركة في إكتشاف بُنية الـ DNA) في مقولة شهيرة له عن هذا الأمر بقوله: لو أنّ نظرية ما إتّفقت مع كلّ الحقائق فسيكون هذا خبراً سيئاً؛ لأنّ بعض «الحقائق» من المحتمل أن تكون خاطئة.

الشخصية الأخرى التي بزّت جميع الفلاسفة العلميين –باستثناء بوبر– هو الفيلسوف – الفيزيائي ومؤرّخ العلوم الأمريكي توماس كون **Thomas Kuhn** الذي أشتُهِر بمفهومه عن «العلم الطبيعي» الذي تتخلله **إنزياحات مفاهيمية Paradigm Shifts**، وقد حاز ذلك المفهوم على إنتباهة الكثيرين من العلماء وفلاسفة العلم[4]. تُعدُّ الثورة الكوبرنيكية (التي أطاحت بمفهوم مركزية الأرض في الكون) مثالاً على الإنزياح المفاهيمي، وكذلك يُعدّ إنزياحاً مفاهيمياً إدراكُنا أنّ الذرّات محكومة بمؤثرات ذات طبيعة كمومية

مخالفة لإحساسنا البدهي ولاتزالُ محفوفة بالكثير من الغموض حتى يومنا هذا؛ لكنّ العديد من تلامذة كون ومُريديه (وربما لايكون كون ذاته) يستخدمون عبارة الإنزياح المفاهيمي بكيفية تنطوي على الكثير من الرخاوة؛ فعلى سبيل المثال: صار بمثابة مقولة روتينية الإدّعاءُ بأنّ آينشتاين أزاح نيوتن؛ في حين أنّ الإنصاف والعدالة تقتضيان القول أنّ آينشتاين إنما إرتقى درجة أعلى من الرؤية النيوتنية لأنّ نظرية آينشتاين يمكن تطبيقها (بخلاف الميكانيك النيوتني، المترجمة) بطريقة أوسع نطاقاً وفي سياقات تكون فيها القوى المؤثرة ذات أقيامٍ عظيمة أو السرع موغلة في الإقتراب من سرعة الضوء، وعليه فإنّ نظرية آينشتاين في النسبية تمدّنا بفهم أعمق بكثير لكلّ من الثقالة والفضاء والزمان. يخلصُ كون في رؤيته الفلسفية –التأريخية إلى أنّ التعديل التدريجي للنظريات العلمية– فضلاً عن تقبّل نظريات جديدة ذات قدرة تعميمية أوسع نطاقاً – كان النموذج السائد في معظم العلوم[5].

تحتاج العلوم طيفاً واسعاً من أنماط مختلفة من الخبرة وكذلك أساليب مختلفة في التعاطي مع الوقائع والبيانات. يمكن الإرتقاء بالعلوم ودفعها قدماً إلى الأمام بواحدة من الطرق التالية: التفكّر النظري (الأقرب إلى التأمّل الشخصاني لعلماء نظريين متفرّدين)، التجريب الفرداني أو الجمعي لعلماء تجريبيين، جمع بيانات موقعية من قبل علماء بيئيين، فرق بحثية ريادية (شبيهة بعض الشيء لفرق التطوير الصناعي الكبرى) تعمل على مسرّعات الجسيمات العملاقة أو مشاريع الفضاء الضخمة، وفي معظم الحالات الشائعة ينطوي البحث العلمي على التشارك والمساءلة والعمل في مجموعات بحثية صغيرة. الناس من جانبهم يتباينون في مقارباتهم الفكرية: يتطلّعُ بعضهم لكتابة ورقة بحثية رائدة تكون فاتحة لتطوير علم مستحدث؛ في حين يجتني بعضٌ آخر منهم رضىً أعظم فيما لو إكتفوا بكتابة مذكّرة مسحية لشرح السياق التأريخي لتطوّر موضوع علمي محدّد وكشف ملابساته المستغلقة على غير العلميين المتخصّصين بعد أن يكون ذلك الموضوع العلمي قد ترسّخ في هياكله وبات مفهوماً بطريقة جيدة في أوساط العلماء.

تشتملُ العلوم على أطياف شاسعة من الموضوعات، وهي في شمولها

هذا تشبه أنواع الفعاليات الرياضية الشائعة. إنّه لمن العسير حقاً لمن يشاء الكتابة العامة عن الرياضة أن يمضي بعيداً عن المقاربات العمومية المائعة التي لاتخرج عن نطاق تمجيد المقدرة الإنسانية الفذّة في المباريات التنافسية وإلى ماسوى ذلك من تعميمات إطرائية؛ في حين سيكون أمراً أكثر إمتاعاً وإمساكاً بانتباهة الناس لو توجّهت الكتابة نحو خصائص محدّدة بذاتها لرياضة معيّنة بين الرياضات الشائعة، وسيكون أمراً فائق الإمتاع وباعثاً على التثوير الفكري لو إتّخذت الكتابة منحى تناول التفاصيل الدقيقة لواحدة من أكثر الرياضات شيوعاً لدى الناس، إلى جانب تناول الحيوات الشخصية لبعض اللاعبين الأكثر شهرة ومقدرة بالمقارنة مع الرياضيين الآخرين. هكذا هو الحال مع العلوم: كلّ علمٍ محدّد له طرائقه المنهجية ومواضعاته المعتمدة، والأمر الأكثر قدرة على تحريك إثارتنا الفكرية وولعنا في علمٍ محدّد بعينه هو الإنبهار الذي يتملّكُ روح الفرد وعقله وهو يطمحُ في تحقيق إكتشاف فرداني مميز أو بصيرة علمية نافذة.

يتطلّبُ التقدّم التراكمي للعلم تقنية جديدة وأدوات جديدة كذلك، وهذه كلها تعمل في بيئة تعايشية، بالطبع، مع الفرادة النظرية والبصيرة المتوهّجة. بعض الآلات التي يتطلّبها العلم قد تكون بمقياس «منضدة طعام»، وفي الطرف الآخر من المقياس ثمة آلات مفرطةٌ في ضخامتها على شاكلة **المصادم الهادروني الكبير LHC** المُقام في سيرن بمدينة جنيف السويسرية والبالغ قطره تسعة كيلومترات، وهو يُعتبرُ في وقتنا الحاضر الآلة العلمية الأعظم تعقيداً على مستوى العالم بأكمله. تسبّب إكمال إنشاء المُصادم الهادروني الكبير عام 2009 بالكثير من الحماسة العالمية والشغف الجمعي واسع النطاق؛ لكن في الوقت ذاته تسبّب في الكثير من الأسئلة المُثارة على نطاق عالمي (التي يمكن تفهّم مقاصدها المنطقية) بشأن الغاية والجدوى من هكذا إستثمارات ضخمة في حقل علمي من حقول الفيزياء دون الذرية **Subatomic Physics** التي لاتزالُ عصية على الفهم التفصيلي الدقيق؛ لكنما الأمر المميز وذو الخصوصية العالية في هذا الحقل العلمي هو أنّ العلماء والمهندسين والفنيين المشاركين فيه من كل التخصّصات قدموا من بلدان عديدة إختارت أن تخصّص معظم مصادرها التمويلية في مدّة زمنية

بحدود عشرين عاماً لكي تنشئ وتشغّل آلة علمية جبارة فائقة المواصفات بوساطة المشاركة الدولية التي تقودها بلدان الإتحاد الأوربي. ترقى المساهمة السنوية للبلدان المشاركة في هذا المشروع العملاق (مثل المملكة المتحدة) إلى حدود 2% فحسب من ميزانيتها الكلية المخصّصة للبحث الأكاديمي، وهي بهذه النسبة الضئيلة تبدو غير متوافقة مع التخصيص المالي الذي ينبغي توجيهه نحو حقل علمي بحثي بهذه الشاكلة من إثارة التحدّيات وفتح ثغرات جوهرية في علم أساسي مؤثر في حياة الإنسانية. إنّ هذا الجهد التشاركي العالمي في مشروع مفرد واحد بعينه يُرادُ منه كشف الأحجية الأساسية الأعظم في الطبيعة ودفع التقنية نحو مرتقيات بعيدة لهو -بكلّ تأكيد- أمرٌ يستحقّ أن تفخر به حضارتنا البشرية. في ذات السياق أعلاه فإنّ الآلات الفضائية التي تديرها تجمّعاتٌ من الشركات التقنية متعدّدة الجنسية تعدّ هي الأخرى مشاريع عالمية حقاً، ومن أمثلتها: التلسكوب الراديوي ALMA المقام في تشيلي والذي ساهمت فيه كلّ من أوربا والولايات المتّحدة واليابان.

ينبغي على هؤلاء الذين يتوسّمون العمل في البحث العلمي أن يحسنوا إختيار موضوعة علمية تناسبُ شخصيتهم بالإضافة إلى مهاراتهم وأذواقهم الشخصية: ماطبيعة العمل الذي يرغبون فيه؟ أهو عمل حقلي؟ أم محاكاة حاسوبية؟ أم تجارب عالية الدقة؟ أم التعامل مع بيانات ضخمة؟،،،، إلخ، وينبغي كذلك إيلاء إهتمام كبير من جانب الباحثين الشباب لولوج حقل علمي يشهد تغيّراً متسارعاً وحيث يكون متاحاً لهم التعامل مع تقنيات جديدة، وحواسيب أقوى في قدرتها الإحتسابية، أو بيانات أضخم من سابقاتها المتاحة، وسيجد هؤلاء الباحثون الشباب أنّ تلك التجربة ستكون مجلبة للرضا والسعادة لهم وستجعل تجربة الجيل الأقدم غير ذات تأثير كبير. ثمة شيء آخر أيضاً: ليس من الحكمة في شيء الإندفاع منذ البدء في تناول المعضلات الأكثر أهمية أو أساسيةً في حياتنا. يتوجّبُ على الباحث العلمي المبتدئ أن يضرب اهمية المعضلة العلمية المطروحة مع إحتمالية أن يجد لها حلاً مقبولاً، وأن يعظّم ناتج الضرب هذا (أي أن يقلّل من توقّعه الذاتي في أن يكون هو من يحلّ تلك المعضلة، المترجمة). لاينبغي على

العلماء الشباب الطموحين أن يندفعوا جميعاً، على سبيل المثال، لإيجاد حلّ مناسب لتوحيد الكوسمولوجيا من الميكانيك الكمومي (إشارة إلى **نظريات التوحيد الكبرى CUTs** التي توصف بنظرية كلّ شيء **TOE**، المترجمة) على الرغم من كون تلك جهود تمثّل التخوم الفكرية العليا التي نطمح جميعنا في بلوغها، ويتوجبُ على العلماء الشباب، ومنذ وقت مبكّر، إدراكُ أنّ التحدّيات العظمى التي تواجه البحث العلمي في ميادين آلية نشوء السرطان أو علوم الدماغ إنما تحتاجُ إلى مقاربة تدريجية في فهمها بدلاً من توقّع إحداث إنعطافات ثورية فجائية كبرى فيها (وكما أوضحتُ في القسم 5. 3 من الكتاب فإنّ البحث في أصل الحياة يقعُ في إطار هذه المباحث العلمية المعقدة؛ لكنّ البحث الراهن في هذه الموضوعة أثبت نجاعته وجدواه بطريقة عصية على المقارنة مع ماكان يحصل حتى وقت قريب).

لكن ماذا بشأن هؤلاء الذين يستأنسون الإنتقالة إلى حقل علمي جديد وهم في أواسط سنواتهم البحثية؟ إنّ القدرة على إستجلاب تبصرات جديدة ومنظورات جديدة لهو ميزة إضافية كبيرة بالتأكيد وبخاصة إذا ماوضعنا في حسابنا أنّ الحقول العلمية المستجدة الأكثر إثارة للعقول البحثية الشغوفة غالباً ماتكون حقولاً مشتبكة تتجاوز الحدود التقليدية بين العلوم؛ لكن من جانب آخر فإنّ الحكمة التقليدية تعلّمُنا أنّ العلماء لايحرزون –بالضرورة– تقدماً مضطرداً مع الزمن؛ أي أنهم «يستنفدون وقودهم ويبلغون مرحلة الإنطفاء» في نهاية المطاف. ينسبُ للفيزيائي الأشهر **ولفغانغ باولي Wolfgang Pauli** مقولة ذائعة الصيت بشأن العلماء الذين تجاوزوا سنّ الثلاثين: «إنهم لايزالون في يناعة الشباب؛ لكنهم غير معروفين على نطاق واسع بعدُ»؛ لكني آملُ أنّ الأمر لن يكون من باب **التفكير الرغائبي Wishful Thinking** من جانب عالم متقدّم في السن (يقصد الإشارة إلى نفسه، المترجمة) إذا ماأملتُ في أن تكون نهاية كل عالمٍ أقلّ مأساوية من هذه الصورة. يبدو أنّ أمامنا –نحن العلماء– ثلاثة مصائر يمكن أن نمضي في إحدها: المسار الأول (وهو الأكثر شيوعاً من سواه) يتمثّلُ في تضاؤل التركيز على العمل البحثي – ذلك التضاؤل الذي يمكن تعويضه بالجهود الدؤوبة الموجّهة نحو توجّهات اخرى، وقد ينتهي المآلُ إلى الوقوع في

لجّة الفتور الروحي والخدر العقلي. المسار الثاني (وقد إتبعه بعض أعاظم العلماء) هو مقاربة قد تبدو غير حكيمة ومكتنفة بمخاطر جمّة، ويتمثّل في التوجّه الواثق نحو إحداث إنعطافات علمية جديدة، وهؤلاء الذين يتبعون هذا المسار يبدون بالنسبة لأنفسهم على أقلّ تقدير وكأنهم «يمارسون العلم»؛ فهم يسعون لفهم العالم والكون، لكنهم لايرتضون أبداً الإكتفاء بالتقدّم البحثي التدريجي البطيء على الطريقة التقليدية المتّبعة. إنهم يبالغون في تقدير إمكاناتهم البحثية الذاتية إلى حدود قد تتسبّبُ أحياناً في الحرج لمُعجبيهم، وقد تفاقمت مفاعيل هذه المتلازمة **Syndrome** بالميل المتعاظم في إعتبار العلماء ذائعي الصيت والشهرة وكذلك كبار السنّ مُحصّنين من أيّ نقد على الرغم من أنّ واحدة من المزايا العظيمة للمجتمع الأقلّ تنظيماً تراتبياً تكمن في ندرة مثل هذا الإنعزال والنظر إلى المتفرّدين وكبار السن بمثل هذه العلوية المستبدّة (في الغرب على الأقلّ)، فضلاً عن أنّ الطبيعة التشاركية التي لاتنفكّ تتعاظم للبحث العلمي تجعل الإنعزال والعمل المنفرد أقلّ إمكانية في عالم اليوم. لكن ثمة مسارٌ ثالث هو الأكثر إعتباراً وحيازة للتقدير، ويتمثّل في أن يستمرّ العالمُ في فعل ماهو مقتدرٌ ومتفوّق في أدائه بعد أن يسلّم بحقيقة قبول وجود تقنيات جديدة يستطيع العلماء الشباب تمثّلها والتعامل معها بطريقة أكثر يُسراً مما يفعل العلماء الكبار في السن، وكذلك بعد أن يقبل العالم المتقدّم في السن بأنّ الطموح الأفضل هو في أن يبقى إسمه على لائحة العلماء العاملين بدلاً من أن يمتدّ ببصره نحو مرتقيات جديدة شاهقة عصية على البلوغ.

توجد بعض الإستثناءات التي تشي بإنجاز علمي مبهر في سنوات متأخرة من عمر العالِم؛ لكن في حين توجد العديد من الأمثلة لمؤلفين موسيقيين جاءت مؤلفاتهم الموسيقية الأخيرة لتكون الأعظم بين كلّ أعمالهم فإنّ القليل وحسب من العلماء (بالمقارنة مع الموسيقيين) حققوا مثل هذه الإنجازات. السبب وراء هذه الظاهرة، كما أظنّ، يكمنُ في أنّ المؤلفين الموسيقيين وإن تأثروا بنمط الثقافة السائدة وأساليبها في شبابهم (مثل العلماء تماماً) لكنما في مستطاعهم دوماً تطوير وتعميق خبراتهم الفردية في أوقات لاحقة، وبطريقة شخصانية كاملة، عبر (الإرتقاء الشخصي)؛ أما

العلماء، وعلى خلاف المؤلفين الموسيقيين، هم في حاجة مستديمة لتشرّب وفهم مفاهيم جديدة وتقنيات جديدة إذا ماشاؤوا البقاء في الجبهات البحثية المتقدّمة، وهذا هو الأمر الذي يصبحُ متعذراً تحقيقه (أو مكتنفاً بمشقات هائلة في أقلّ تقدير) كلّما تقدّمنا في السنّ.

يتطوّرُ العديد من العلوم (منها الفيزياء الفلكية والكوسمولوجيا) عقداً بعد عقد بكيفية يمكن معها للعلماء الممارسين ملاحظة (منحنٍ تطوّري) خلال سنوات عملهم المهني. بول ديراك **Paul Dirac**، أحد الفيزيائيين الذين قادوا الثورة غير المسبوقة في عشرينيات القرن العشرين والتي فكّت بعض المغاليق الشفرية للنظرية الكمومية، سبق له أن وصف هذه الحقبة من العلم بأنها حقبة إستطاع فيه علماء من المرتبة الثانية إنجاز عمل بحثي من المرتبة الأولى، ولعلّ من المصادفات المكتنفة بالحظ السعيد لجيلي من علماء الفيزياء الفلكية أن يصدق كلام ديراك على نطاق حقلنا البحثي في العقود الأخيرة.

ينبغي على المختبرات الأفضل في عالمنا (تماماً مثل المشاريع البحثية الإبتدائية الأفضل بالمقارنة مع سواها) أن تكون الحواضن المثالية للأفكار الأصيلة الخلاقة والمواهب الشابة؛ لكن ثمة توجّه ديموغرافي (سُكّاني) متخابث في الجامعات والمعاهد التقليدية يعمل بالضد من هذا الأمر. كانت المهنة العلمية قبل خمسين سنة من اليوم لاتزال تشهدُ نمواً متعاظماً بالنظر إلى التوسّع المتزايد في التعليم العالي، والإحلال المتزايد للشباب محلّ كبار السن، فضلاً عن أنّ السياق الطبيعي (والإجباري بعامّة) السائد حينذاك كان يستوجب تقاعد المرء متى مابلغ أواسط ستينات عمره؛ أما مانشهده اليوم في المجتمع الأكاديمي، وفي الغرب على أقلّ تقدير، هو انه ماعاد يشهد توسّعاً جامحاً (بل وقد بلغ عتبة الإشباع في العديد من الحقول البحثية)، وليس ثمة عمرٌ إجباري للتقاعد. كان أمراً في غاية المعقولية خلال العقود القليلة السابقة أن يطمح العالم الشاب في قيادة مجموعة بحثية وهو في بواكير ثلاثينات عمره؛ لكنّ الحال السائد اليوم في الولايات المتحدة، على سبيل المثال، أنّ المرء لايمكنه الحصول على منحته البحثية الأولى في قطاع البحث الطبي الحيوي قبل بلوغه الاربعين من عمره، وهذه بشارة سيئة

لأبعد الحدود. سيبقى العلم على الدوام قادراً على جذب «المهووسين» الذين لايستطيعون تصوّر اتخاذهم أية مهنة أخرى بديلاً عن العلم والبحث العلمي، كما يمكن للمختبرات دوماً أن تمتلئ بهؤلاء الذين يكتفون بكتابة طلبات التسجيل على المنح البحثية ويفشلون أغلب الأحايين في الحصول على التمويل المطلوب لبحوثهم العلمية؛ غير أنّ المهنة العلمية تحتاج دوماً لجذب حصّة من هؤلاء الذين يمتلكون موهبة مرنة وطموحاً متوهّجاً يدفعهم لتحقيق إنجاز علمي ما وهم لايزالون في أواسط ثلاثينات عمرهم، ولو حصل أن تبخّر هذا الافق الطموح لديهم وتلاشى هباءً فإنّ مثل هؤلاء سيتنكّرون للعمل الأكاديمي وربما قد يحاولون البدء بمشاريعهم الخاصة. إنّ هذا المسار قد يقدّم رضىً عظيماً لأصحابه بالإضافة إلى منفعته الجمعية (وينبغي على الكثيرين الإنطلاق فيه كما أرى)؛ لكن في المدى البعيد سيكون أمراً مهمّاً أن يكرّس بعض هؤلاء أنفسهم لارتياد الآفاق الأساسية المتقدّمة في العلم. يمكن مثلاً للمرء أن يتتبّع الكيفية التي تعود بها جذور التطوّرات الحاصلة في التقنية المعلوماتية والحوسبة إلى البحث العلمي الأساسي الذي نهضت به كبرى الجامعات العالمية (قد نصل في بعض الأحيان إلى بحوث اساسية أجريت قبل قرن من الزمان)، ومن جانب آخر فإنّ بعضاً من العثرات التي يشهدها الحقل البحثي الطبي تنشأ من بعض الأساسيات غير المؤكّدة: على سبيل المثال دفع فشل العقاقير المضادة لداء ألزهايمر في النجاح بمرحلة الإختبارات السريرية شركة (فايزر) في إيقاف برنامجها لتطوير العقاقير الخاصة بالإعتلالات العصبية، وهذا أمرٌ قد نفهمُ منه أننا لازلنا نفهم القليل عن الكيفية التي يعمل بها الدماغ البشري، وعلى هذا الأساس يتوجّبُ إيلاء تركيز أعظم على البحث الأساسي في العلوم العصبية قبل الشروع في تطوير عقاقير تعالج إعتلالات عصبية بعينها.

منح التوسّعُ في إشاعة الغنى وأوقات الفراغ (مترافقيْن مع شيوع الإنفتاح التواصلي الذي جاء مع مقدم التقنية المعلوماتية) الملايين من البالغين الذين نالوا تعليماً عالياً وكذلك «المواطنين العلماء» في كلّ العالم منظوراً أعظم مدى مما كان عليه الحال من قبلُ، وأتاح لهم هذا المنظور الجديد متابعة إهتماماتهم البحثية العلمية منذ بواكير حياتهم، وبالإضافة لما تقدّم

فإنّ هذه التوجّهات المستحدثة ستمكّنُ الباحثين القياديين من إنجاز أعمال بحثية رائدة في الجبهات المتقدمة للعلم خارج نطاق المختبرات التقليدية الأكاديمية أو الحكومية، ولو أنّ عدداً كافياً من هؤلاء الباحثين عمدوا إلى هذا الخيار البحثي فسيكون هذا الأمر كفيلاً بتهافت الأسبقية الإعتبارية التي لطالما إختصّت بها الجامعات البحثية من جهة، ومن الجهة الأخرى سيعلو شأن «العلماء المستقلين» إلى حدّ قد يسود معه هذا النموذج كامل الساحة العلمية، بل وحتى قد يدفعُ هذا الإتجاه نحو تعزيز إنطلاقة الأفكار الأصيلة وتدعيم قدرتها في التأثير والإنتشار على مستوى العالم بأكمله.



5. 2، العلمُ في المجتمع

واحدةٌ من الثيمات (الموضوعات) الرئيسية في هذا الكتاب هي أنّ مستقبلنا يعتمد على إتخاذ خيارات حكيمة بشأن التحدّيات المجتمعية المفصلية: الطاقة، الصحة، الغذاء، الروبوتيات، البيئة، الفضاء، وماسواها. هذه الخيارات تعتمد العلم بالضرورة؛ غير أنّ القرارات الجوهرية لاينبغي أن يتخذها العلماء وحدهم دون سواهم لأنّ تلك القرارات تهمّنا جميعاً ويتوجّبُ في كلّ الأحوال أن تكون حصيلة ناتجة عن مناقشات جمعية شاملة واسعة النطاق، وإلى أن يتحقّق هذا الأمر على أرض الواقع بفاعلية مؤثرة نحتاج جميعاً تطوير «شعور» جمعي تجاه الأفكار الأساسية في العلم فضلاً عن إمتلاك بصيرة مدرّبة تؤهّلنا لتقييم المخاطر والإحتمالات والمآزق وبكيفية يجعلنا محصّنين -بقدر مايمكن- من الوقوع في شرك الخبراء التقنيين ذوي الأجندات الخاصة أو الشعبويين الذين لايجيدون سوى تمجيد الشعارات الكبيرة الخاوية.

يمتلئ الطامحون إلى ديمقراطية أكثر مسؤولية بشعور الحسرة والأسف في العادة وهم يشهدون كم هي ضئيلة المعرفة التي يمتلكها المصوّتُ النموذجي بشأن الموضوعات العلمية المؤثرة في حياتنا اليومية؛ لكنّ حالة التجاهل وعدم المعرفة ليست مقصورة على الموضوعات العلمية وحدها. إنّه أمرٌ يبعث الحزن في النفس (بمثل مايفعله تجاهل الموضوعات العلمية الجوهرية) عندما نعرفُ أنّ المواطنين لايعرفون حتى النزر اليسير من تأريخ أمتهم، ولايتقنون لغة ثانية بجانب لغتهم الأم، ولايعرفون موقع كوريا الشمالية أو سوريا على الخارطة، وواقعُ الحال يخبرنا أنّ الكثيرين مشمولون بهذه التوصيفات التي أراها نقيصة مخجلة (في إحدى الدراسات

المسحية لم يستطع سوى ثلث الأمريكيين من المجموعة قيد المسح تحديد موقع بريطانيا على الخارطة!!). هذه إدانة قاسية لمنظومتنا التعليمية وثقافتنا بعامّة، ولستُ أعتقدُ أنّ العلماء يمتلكون سبباً خاصاً بهم وحدهم للتشكّي والأنين من هذا الحال (بل على الجميع أن يشعروا بالإبتئاس والعزم على تغيير واقع الحال، المترجمة)، وفي الوقت الذي أشعر فيه بأعلى أشكال السعادة والرضا لكون الكثيرين مولعين بالديناصورات وأقمار زحل وهيغز بوزون؛ لكنني لاأرى مثلبة في القول بأنّ هذه الأشياء كلها ليست ذات تأثير مباشر في تشكيل حياتنا اليومية برغم أنها صارت موضوعات مفضلة لاتنفكّ تتناولها وسائل الإعلام الشعبية باهتمام مبالغ فيه ودون سواها من الموضوعات العلمية المؤثرة في حياتنا.

إنّ هذه الأفكار العلمية المفصلية -وبعيداً عن كونها تملك تأثيراً كبيراً من الناحية العملية- ينبغي أن تكون جزءً حيوياً هاماً في ثقافتنا العامة؛ فالعلم هو الثقافة التي تستحقُّ توصيفها بالثقافة العالمية: البروتونات، البروتينات، فيثاغورس،،،، إلخ هي كينونات متشابهة تتعالى على محدّدات الزمان والمكان والبيئة الجغرافية من الصين إلى بيرو. يتوجّبُ على العلم دوماً أن يتعالى (بمعنى يتجاوز، المترجمة) على كلّ المقيّدات المتصلة بالقومية وماشاكلها، ويتوجّبُ أيضاً أن يتعالى العلم على كلّ العقائد والأفكار الدوغمائية، وإنّهُ لأمرٌ غاية في الإفقار ومجانبة الثراء الفكري عندما لانسعى لفهم بيئتنا الطبيعية والمبادئ التي تقودُ نطاقنا الحيوي والمناخ، وكذلك هو أمرٌ مفقرٌ لحياتنا عندما نتقصّدُ البقاء عمياناً لانفهم الرؤية الأخاذة التي تقدمها لنا الداروينية والكوسمولوجيا الحديثة وسواها من الرؤى التي هي سلسلة من التعقيد التطوّري الناشئ الذي يقود من الإنفجار الكبير نحو تشكّل النجوم والكواكب والنطاقات الحيوية ومن ثمّ يبلغ الأدمغة البشرية. هذه «القوانين» أو النماذج الفكرية هي الإنتصارات العظمى للعلم، ولكي نكتشفها نحتاجُ إلى موهبة مكرّسة - بل وحتى إلى عبقرية جليلة، والمبتدعات التقنية العظيمة هي الأخرى تحتاجُ موهبة وعبقرية لاتقلّ عن نظيرتها التي تسعى لاكتشاف القوانين العلمية الحاكمة في الكون وموجوداته بشتى أصنافها؛ لكنّ فهم الأفكار العلمية الأساسية ليس بالأمر العصي أو الشاق: معظمنا

يأنسُ لسماع الموسيقى حتى لو لم نكن قادرين على تأليفها أو حتى أدائها ن والأمر مشابه مع الأفكار العلمية الأساسية؛ فكلّنا -على وجه التقريب- قادرون على تفهّم تلك الأفكار والإستمتاع بها متى ماتمّ عرضُ تلك الأفكار بلغةٍ لايكتنفها التعقيد المفاهيمي، وبطريقة مدعمة بالصور والتوضيحات البسيطة. التفصيلات التقنية المعقدة قد تكون شاقة على الجمهور العام؛ لكنما يمكن تركها للمختصين في كلّ حقل علمي محدّد.

قادت التطوّرات التي حصلت في التقنية إلى عالمٍ إستطاع فيه معظم الناس الإستمتاع بحياة أطول وأكثر حصانة تجاه المخاطر الوجودية فضلاً عن كونها أكثر تحقيقاً للسعادة بالمقارنة مع الأجيال السابقة، ويمكن لهذه التوجهات التطورية الإيجابية أن تستمرّ بثبات في المستقبل؛ لكن من جهة أخرى فإنّ التدهور البيئي والتغير المناخي غير المسيطر عليه والجوانب السلبية غير المرغوب فيها للتقنيات المتقدّمة هي عوارض جانبية سلبية لهذه التطورات التقنية. إنّ عالماً يتزايد سكّانه بوتيرة متصاعدة، ويغدو أكثر حاجة للطاقة والموارد الأولية، وتتحكّم فيه التقنية أكثر فأكثر يمكن أن يطلق شرارة إرتدادات نكوصية خطيرة -بل وحتى كارثية- في مجتمعنا الإنساني.

لاتزال الأوساط الشعبية العامة في حالة نكران وتجاهل لنوعين ممكنين من التهديدات التي تجابه مجتمعنا البشري: الأذى الذي نتسبّبُ فيه بصورة جمعية للنطاق الحيوي الذي نعيش فيه، والتهديدات التي تنشأ بسبب الطبيعة الواهنة التي لاتفتأ تتعاظم في عالمنا المترابط بينياً تجاه الأخطاء التقنية والهجمات الإرهابية التي قد يتسبّبُ فيها أفرادٌ أو جماعات صغيرة، وبالإضافة لذلك فإنّ الحقيقة المستجدّة في هذا القرن هو أنّ أية كارثة قد تقع في مكان ما من العالم سرعان ماستلقى صدىً عالمياً وسيكون لها مفاعيل عالمية كبرى. يصف جاريد دياموند **Jared Diamond** في كتابه (الإنهيار **Collapse**)[6] (كيف) و(لماذا) إضمحلّت خمسة مجتمعات مختلفة او عانت كوارث كبرى، ويقدّمُ في المقابل مآلات مستقبلية مضادة لبعض المجتمعات الحديثة. لم تكن الكوارث القديمة عالمية الطابع؛ فعلى سبيل المثال لم يصل الموت الأسود (إشارة إلى الطاعون الذي إجتاح اوربا في العصور الوسطى، المترجمة) القارة الأسترالية، أما في عالمنا الحديث

كثيف الترابط فيما بين أجزائه ليس ثمة من مكان نهرب إليه بقصد تجاوز التبعات الكارثية لأي إنهيار إقتصادي، أو جائحة مرضية، أو إنهيار في شبكة تزويد الغذاء العالمية. ثمة تهديدات عالمية أخرى: على سبيل المثال، يمكن للنيران المتأجّجة بسبب الرشقات النووية المتبادلة أن تتسبّب في خلق «شتاء نووي» مستديم؛ الأمر الذي قد ينشأ عنه –في أسوأ السيناريوهات المتوقّعة– إعاقة نموّ المحاصيل الزراعية التقليدية لسنوات عديدة (تماماً مثلما قد يحصل عقب إرتطام جسم خارجي بالأرض، أوإنبثاق المحتويات الجوفية «اللافا البركانية» لبركان فائق الضخامة).

الذكاء الجمعي في مثل هذه المآزق الكارثية سيكون حاسماً. ليس ثمة من فرد بذاته يمكن له أن يفهم الهاتف الذكي بكلّ تفاصيله التقنية التي هي في النهاية تركيب تخليقي لتقنيات عدّة، والحقُّ أننا حتى لو نجونا من النتائج الكارثية التي تعقب واحدة من السيناريوهات «القيامية **apocalypse**» –مثلما يحصل في الأفلام التي تتناول البقاء عقب الكوارث المفجعة– فستكون حتى التقنيات الأساسية التي شاعت في العصر البرونزي وعصر شيوع الزراعة خارج نطاق قدرات كلّ منّا، وهذا هو الأمر الذي دفع جيمس لفلوك **James Lovelock** (العالم متعدّد الإهتمامات الذي جاء لنا بفرضية غايا **Gaia Hypothesis** التي ترى في البيئة الكوكبية الأرضية نظاماً قادراً على تعديل أوضاعه بطريقة ذاتية)، إلى إقتراح وضع «كتيبات مرجعية خاصة بالبقاء» في أعقاب الكوارث، على أن تحتوي تلك الكتيبات الدليلية على التقنيات الأساسية التي يتوجّبُ تهيئتها ونشرها على أوسع النطاقات الممكنة وكذلك الحفاظ عليها في مخابئ آمنة.

تبنّى كثيرون مثل هذا التحدّي بحماسة، ومن هؤلاء –على سبيل المثال فحسب– الفلكي البريطاني لويس دارتنِل **Lewis Dartnill** الذي عبّر عن آرائه بهذا الشأن في كتابه الممتاز المعرفة: **كيف السبيل لإعادة بناء عالمنا من الصفر**(*)[7].

---

*– عنوان الكتاب بالإنكليزية هو:

The Knowledge: How to Rebuild Our World from Scratch

ينبغي فعلُ الكثير لتقييم، ومن ثمّ تقليل، إحتمالية المخاطر العالمية. نحن نعيش في يومنا هذا تحت ظلال تلك المخاطر التي تجعلُ الإنسانية بأسرها عرضة لتهديدات متعاظمة. إنّ التهديد الناشئ من بعض التقنيات العبقرية المتفردة ذات التمكين المتفرّد لايفتأ يتزايد بطريقة مخيفة، وهذا مايستوجبُ أن نخطّط بطريقة عالمية (على سبيل المثال: كيف يمكن لجائحة مرضية أن تتحوّل لوباء عالمي يمسكُ بخناق العالم بأسره، وقد لايحصل هذا فيما لو أنّ مربّي ماشية فيتنامياً أخبر بسرعة عن مرضٍ غريب أصاب ماشيته).
الكثيرُ من

التحديات العالمية (منها مثلاً: التخطيط لكيفية الوفاء باحتياجات العالم من الطاقة وفي الوقت ذاته تجنّب التغيّر المناخي الخطير، وتأمين مصادر الغذاء لتسعة بلايين من البشر من غير التأثير على الإستدامة البيئية،،،، إلخ) تنطوي على مديات زمنية تمتدّ على عقود عديدة هي -بكلّ وضوح- خارج مدى «المنطقة المريحة» التي يفضّل معظم السياسيين العمل في نطاقها. ثمّة فشلٌ مؤسساتي في التخطيط بعيد المدى من جهة، والتخطيط على مستوى عالمي شامل من جهة أخرى.

ليس هناك من ينكرُ أن التقنيات المستقبلية يمكن -فيما لو أسيئ تطبيقها- أن تقود إلى مخاطر كبرى، بل وربما حتى كوارث مميتة، ومن المهم للغاية في هذا الشأن الإستفادة القصوى من أفضل الخبرات المُتاحة لتقييم المخاطر ذات المصداقية وفرزها عن تلك التي يمكن إستبعادُها باعتبارها أقرب إلى روايات الخيال العلمي، ومن ثمّ إتخاذ إجراءات إحترازية ذات طبيعة إستباقية تجاه الصنف الأوّل من تلك المخاطر. كيف السبيلُ لفعل ذلك؟ ليس من المُجدي السيطرة الكاملة على معدّل التطوّرات الحاصلة في ميدان تقني ما، والأقلّ جدوى من هذا هو التخلّي الكامل عن التقنيات التي تنبئ بمخاطر كبرى بالمقارنة مع سواها من التقنيات إلّا إذا شاءت مؤسسة تقنية بذاتها أن تتخلى طواعية عن أمثال تلك التقنيات، وهذا أمرٌ ليس بالإمكان أن يتحقق على الأرض في عالم معولمٍ محكوم بشبكة متداخلة من التمويل ذي المصادر المتباينة: تمويل تجاري، أو تبرّعات خيرية، أو إنفاقٌ حكومي؛ ولكن حتى لو أثبتت القوانين التنظيمية أنها غير

فعّالة بنسبة 100% وليس في مقدورها سوى توفير «دفعة» باتجاه الخيارات الأفضل من سواها فسيكون أمراً في غاية الأهمية للمجتمع العلمي أن يفعل كلّ مابوسعه للإرتقاء بـ(الإبتكارات المسؤولة) وبخاصة أنّ هذه الإبتكارات قد تصبح ذات أهمية حاسمة في تحديد شكل الإبتكارات العديدة اللاحقة التي يمكن أن تزدهر في العقود القادمة. واحدٌ من الأمثلة في هذا الشأن: إنّ تطبيقاً في الذكاء الإصطناعي الفائق لو تحوّل إلى تطبيق «مارق» فسيكون الوقت قد تأخّر كثيراً في إتخاذ الخطوات الإجرائية المناسبة للسيطرة على التطبيقات اللاحقة؛ لكن في الجهة المقابلة فإنّ تطبيقات الذكاء الإصطناعي ذات القدرات الأدائية العالية والموضوعة تحت السيطرة البشرية الكاملة في الوقت ذاته يمكن أن تساهم مساهمة عظيمة في تقليل المخاطر الناجمة عن التقنية الحيوية أو تقنية المُصغّرات النانوية (النانوتكنولوجي).

قد تحتاج الأمم للتخلّي أكثر فأكثر عن سيادتها التقليدية لصالح تعزيز سطوة مؤسسات عالمية جديدة تتبع ذات الترسيمة العالمية التي تسير على هَدْيها الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظّمة الصحة العالمية، وسواها. توجد في الوقت الراهن مؤسسات عالمية تنظّمُ السفر الجوي، وتخصيص الترددات الراديوية،،، إلخ، وثمة بروتوكولاتٌ تحكم عمل الأمم (بالإضافة إلى المؤسسات الدولية) مثل إتفاقية التغير المناخي التي أعقبت مؤتمر باريس، وقد نحتاجُ إلى المزيد من هذه الهياكل المؤسساتية الدولية في شؤون التخطيط لكيفية توليد الطاقة، ولتحديد الكيفية اللازمة لتشارك مصادر المياه، وللإستغلال الأمثل لتقنيات الذكاء الإصطناعي والتقنيات الفضائية. تشهد الحدود الفاصلة بين الأمم تراجعاً كبيراً في وقتنا الحاضر، وليس الأمر بأقلّ في الإمبراطوريات الكبرى التي تعمل في الفضاء المعلوماتي (غوغل، فيسبوك)، ويتوجّبُ على المؤسسات الجديدة أن تُبقي على مسؤوليتها تجاه الحكومات؛ لكنها في الوقت ذاته ستحتاج حاجة كبرى لتوظيف وسائل التواصل الإجتماعي (مثلما هو الحال في وقتنا الحاضر، وسيبقى هكذا في العقود المستقبلية) وذلك بقصد إشراك العامة في جهودها التقنية. تنفردُ وسائل التواصل الإجتماعي بقدرتها الفائقة على إجتذاب أعداد هائلة من البشر في الحملات الموجّهة توجيهاً محدّداً؛ لكنها (أي وسائل التواصل

الإجتماعي)، ومن جانب آخر، تمتاز بانخفاض حس الإلتزام والمسؤولية من جانب المشاركين فيها بالمقارنة مع الإلتزام الذي أبداه الأفراد تجاه الحملات الكبرى (كيفما كان توجهها: سياسية، إقتصادية، إجتماعية،،، إلخ) في العقود الماضية السابقة لعصرنا المعلوماتي، وإلى جانب هذه الحقيقة فإنّ وسائل التواصل الألكترونية تتيحُ سهولة هندسة رأي معارض للآراء المُبشّر بها فضلاً عن إعلاء شأن أصوات كلّ الجماعات الصغرى المنشقّة عن التوجّه العام، وهذا مايضيفُ عبئاً إلى إجراءات **الحوكمة Governance** ويشكّل تحدياً حقيقياً معها.

هل سيظلّ العالمُ قابلاً لأن يحكمه نموذج **الأمة –الدولة Nation– State** الذي ساد خلال العقود السابقة؟ يشيعُ توجّهان يقلّلان الثقة الشخصية بهذا الأمر: الأوّل، البعدُ القصي وشيوعُ ظاهرة العولمة في هؤلاء الذين سيكون تعاملنا معهم بمثابة سلوك يومي، والثاني هو تنامي الوهن الذي ينتابُ الحياة تجاه عوامل الإضطراب، وبخاصة من جانب «اللصوص الألكترونيين» أو المنشقّين الذين يمكن أن يتسبّبوا في إطلاق شرارة حوادث لها متتاليات تابعة مؤثرة على النطاق العالمي. إنّ مثل هذه التوجهات تستثيرُ (بل وتحتّمُ) ضرورة تعزيز الإجراءات الأمنية بكافة أشكالها والتي باتت عوامل معيقة ومنفّرة في حياتنا اليومية: الحرّاس الأمنيون، كلمات المرور **passwords** الشائكة والمعقّدة، التدقيقات الأمنية الطويلة في المطارات،،،، إلخ؛ لكن كلّ هذه الإجراءات ونظائرها ستغدو أكثر تعقيداً وتنفيراً –ربما– في المستقبل. يمكنُ لمبتكرات على شاكلة **السلسلة الكُتلية Blockchain** (التي تمثلُ نمطاً من موازنة الحسابات التي يمكن أن تشيع بين أوسع نطاق من الجمهور العام فضلاً عن جمعها بين خصيصتي المصدر المفتوح والأمنية العالية) أن توفّر بروتوكولاتٍ بمستطاعها جعل كامل شبكة التواصل العالمية (الإنترنت) أكثر أماناً؛ لكن تطبيقاتها الراهنة تبدو تدميرية أكثر من كونها محمودة الجانب وبخاصة بسبب سماحها لنشوء إقتصادٍ يقوم على العُمْلات المشفّرة التي تعملُ بإستقلالية تامة عن المؤسسات المالية التقليدية، وسيكون أمراً مفيداً (لكن مُحْبِطاً في الوقت ذاته) إذا ماعلمنا كم هو حجمُ الإقتصاد الذي سيتمّ توجيهه في المستقبل نحو فعاليات ومصنّعاتٍ فائضة

مصطنعة لاضرورة جدية لها، ولن يتحقق هذا الأمر إلا في بيئة نثق فيها بعضنا على صعيد الأفراد والأمم.

تُبدي الفجوات الفاصلة بين البلدان على صعيد الغنى ومستويات الرفاهية المتحققة إشارة ضئيلة تنبئُ عن ميل للتقلّص والتصاغر؛ ولو أنّ هذه الفجوات ظلّت على حالها (أو تمادت في الإتّساع) فسنكون أمام مخاطر جدية ناجمة عن نموّ الإضطراب العالمي وتعاظمه بسبب الإدراك المتزايد لغير المستفيدين من الطفرات التقنية والثروة الناجمة عنها بحقيقة الغُبن الذي ينطوي عليه مأزقهم الإشكالي، وستتفاقم مفاعيل هذا الإدراك المستقبلي لأنّ السفر سيصبحُ أكثر يسراً؛ وعليه لامفّر من إتخاذ الحكومات لقوانين إجرائية أكثر صرامة وتشدّداً لغرض مواجهة ضغوطات الهجرة المتزايدة والسيطرة عليها؛ لكن بعيداً عن التحويلات المالية المباشرة للمهاجرين وبالطريقة التقليدية السائدة في وقتنا الحاضر ستجعل شبكة الإتصال العالمية (الإنترنت) الخدمات المالية أكثر سهولة في كل العالم فضلاً عن إتاحتها للكثير من المنافع التعليمية والصحية التي ستنتشرُ بطريقة أوسع نطاقاً ممّا هي عليه الآن. إنّ مصالح العالم الثري والمتقدّم تقنياً تقتضي بالضرورة –وليس كخيار أخلاقي أو إنساني فحسب– إستثمار الكثير من الموارد في تحسين نوعية الحياة وفرص العمل في البلدان الأكثر فقراً؛ وهو إذ يفعلُ هذا إنما يساهمُ في التخفيف من سطوة المَظْلمات التأريخية التي وقعت فيها هذه البلدان فضلاً عن المساهمة في «تعديل كفة ميزان» العدالة المختلة في العالم.

5. 3. آمالٌ ومخاوف مُتشارَكة

يتشاركُ العلماءُ جميعاً إلتزامات محدّدة بالإضافة إلى مسؤوليتهم القائمة على كونهم مواطنين مثل سواهم. ثمة إلتزاماتٌ أخلاقية تواجه البحث العلمي ذاته، على شاكلة: تجنّب التجارب التي يمكن أن تتسبّب بخطورة -حتى لو كانت ضئيلة للغاية- قد تقود إلى وضعٍ كارثي، واحترام **مُدوّنة الأخلاقيات Code of Ethics** عندما يتناول البحث العلمي الكائنات البشرية والحيوانات على حدّ سواء؛ لكنّ الموضوعات الأكثر تعقيداً تنشأ عندما يكون للبحث العلمي الذي ينهض به العلماء مترتّباتٌ تتجاوز نطاق المختبرات وتخلق تأثيراً ذا مفاعيل إجتماعية واقتصادية وأخلاقية تخصُّ كلّ المواطنين ولاتختصُّ بطائفة محدّدة منهم، أو عندما تكشف تلك المترتّبات عن تهديد خطير لم ينل التحسّب المسبّق المناسب: أنت، على سبيل المثال، ستكون أباً سيئاً (أو أماً سيئة) إذا لم تلقِ بالاً وتتحسّب تحسباً كافياً لما يحصل لأطفالك وهم في طور طفولتهم بعدُ حتى لو كانت لك سيطرة قليلة متاحةٌ عليهم، وعلى هذه الشاكلة ذاتها لاينبغي للعلماء أن يكونوا غير مكترثين بثمار أفكارهم التي هي صنائعهم في نهاية الأمر، ويتوجّبُ عليهم أن يحاولوا -ماستطاعوا لذلك سبيلاً- تعزيز الإستخدامات السلمية لصنائعهم (تجارية كانت أم سوى ذلك)، وكذلك ينبغي أن يُبدوا مقاومة لاتستكين، وبقدر مايستطيعون، لكلّ التطبيقات المشبوهة أو التي تنطوي على نتائج تهدّد الحياة البشرية أو الكوكب الارضي، وهو في سعيهم هذا ينبغي أن يسجّلوا تحذيرهم بشأن كلّ تطبيق علمي يحمل نُذُر التهديد للإنسانية وبطريقة تجعل السياسيين يدركون تلك المخاطر بطريقة لالبس فيها كلّما كان هذا الأمرُ متاحاً. إذا ماشعر العلماء بأنّ مكتشفاتهم أو

مصنّعاتهم التقنية تثيرُ موضوعات أخلاقية إشكالية (وهو مايحصلُ بصورة حادة وفي أحايين كثيرة) فيتوجّبُ عليهم أن يشركوا العامّة في النقاشات الدائرة بشأن تلك الموضوعات، واضعين في حسابهم حينذاك أن ليس من مزايا خاصة يستحقونها خارج تلك المزايا التي تجعلهم ذوي دراية وخبرة في نطاق حقلهم العلمي التخصّصي.

يمكن لنا في هذا الشأن أن نذكر بعضاً من أفضل الأمثولات القياسية من ماضينا العلمي: العلماء الذريون الذين طوّروا الأسلحة النووية الأولى خلال الحرب العالمية الثانية؛ منحهم القدر دوراً محورياً في تشكيل التأريخ وتحديد مساراته اللاحقة. إنّ العديد من هؤلاء العلماء (مثل: **جوزيف روتبلات Joseph Rotblat، هانز بيث Hans Bethe، رودولف بيرلز Rudolf Peierls، جون سمبسون John Simpson**، وكلهم من الذين أتيح لي شرف معرفتهم في سنواتهم المتأخرة) عادوا بعد إنجاز مهماتهم في تصنيع القنبلة الذرية وهم يتطلّعون لممارسة مهماتهم الأكاديمية السابقة؛ غير أنّ البرج العاجي الذي نراه متجسّداً في الحصون الأكاديمية لم يكن ملاذاً آمناً لهؤلاء إكتفوا بالإرتكان إلى أجوائه الهادئة؛ بل مضوا في عملهم لاباعتبارهم أكاديميين مكرّسين فحسب بل باعتبارهم مواطنين ذوي مسؤولية فردية ومجتمعية، وتمظهرت هذه المسؤولية في تثبيتهم لوسائل خلاقة من شأنها السيطرة على الطاقة العظمى التي ساهموا في إطلاق بركانها، ويمكن أن نذكر في هذا الشأن مسارعة بعض هؤلاء الأكاديميين ومن مختلف القوميات لتأسيس حركة بغواش **Pugwash Movement** إلى جانب المنتديات العامة الأخرى. كان هؤلاء الأكاديميون بمثابة **خيميائيي alchemists** عصرهم الحائزين على معرفة تخصصية سرية لايعرفها سواهم.

التقنيات التي سبق لي مناقشتها في الفصول الأولى من هذا الكتاب لها مترتّباتٌ ذات زخم قوي شبيه بالزخم الذي أحدثته الأسلحة النووية؛ غير أنّ العلماء الذين عملوا على تطوير هذه التقنيات الجديدة المبشّرة بتحدّيات جديدة غير مسبوقة، وبخلاف «العلماء الذريين» السابقين لهم، يضمّون علماء يعملون في كلّ الفروع العلمية على وجه التقريب، وهم علماء من كلّ القوميات ويعملون في القطاع التجاري الخاص مثلما قد يعملون في

الأوساط الأكاديمية والمؤسسات الحكومية، وتثير مكتشفاتهم الجديدة الكثير من الهواجس المقلقة التي تحتاجُ تبنّي إجراءات محدّدة على صعيد كلّ من التخطيط والسياسات. لنا أن نتساءل هنا: كيف السبيل لتحقيق هذا الأمر بأفضل الوسائل الممكنة؟

يمكن للروابط المباشرة التي تجمع العلماء بالسياسيين والمسؤولين الكبار أن تكون ذات فائدة، وينطبق الأمر ذاته على العلاقات مع **المنظّمات غير الحكومية NGOs** والقطاع الخاص؛ لكنّ الخبراء الذين خدموا القطاع الحكومي باعتبارهم مستشارين للحكومة لن يكون لهم سوى تأثير هامشي لايحسبُ له حساب. السياسيون في كلّ الأحوال هم في عمومهم شخوصٌ يخضعون لأنماط التفكير السائدة في «صناديقهم الفكرية المقفلة» من جهة وبمؤثرات الصحافة والإعلام من جهة أخرى؛ وعلى هذا الأساس يمكن للعلماء -أحياناً- أن يحققوا الكثير لو عملوا كَـ (**خارجين عن النمط السلوكي السائد Outsiders**) وكذلك كناشطين مؤثرين في مستطاعهم تعظيم مفاعيل رسالتهم عبر الكتب التي تثير مقروئية واسعة، والجماعات المنادية بحملات محدّدة (الدفاع عن البيئة مثلاً)، والمدوّنات الألكترونية، والصحافة، أو عبر الفاعليات السياسية التي تتخذ منظورات متعدّدة. لو حصل أن تصادت أصوات العلماء الناشطين وتعاظمت مفاعيلها من قبل أوساط واسعة من عامّة الناس وكذلك من قبل الأوساط الإعلامية فستكون لهذه الأصوات القدرة المؤثرة لأن توضع على القائمة العالمية طويلة المدى لجدول أعمال (أجندة) الفاعليات السياسية الناشطة على المستويين الحكومي والعام.

راشيل كارسون Rachel Carson، وكارل ساغان **Carl Sagan**، على سبيل المثال، هما مثالان مميزان على شخصيتين كانتا متفرّدتيْن بين أوساط جيلهما وحازتا سمعة مثالية عن العالم المهتم بشؤون عالمنا، وكان لكلّ منهما تأثير عظيمٌ عبر كتاباته وخطاباته التي يلقيها في عصر سبق شيوع وسائل التواصل الإجتماعي والتغريدات الألكترونية، ولو أنّ ساغان كان حياً في يومنا هذا لأصبح قائداً جماهيرياً لِـ (مسيرات العلم)، ولسحر الجموع بشغفه وبلاغته.

ثمة إلتزام خاص يقعُ على عاتق هؤلاء العاملين في الأوساط الأكاديمية أو في أوساط المطوّرين الذاتيين للتقنيات المستجدّة، ويتجوهر هذا الإلتزام في إمتلاك هؤلاء لحرية أعظم من سواهم في المساهمة الجدية بالنقاشات العامة بالمقارنة مع أولئك المستخدمين في القطاعات الحكومية أو في الصناعة، وبالإضافة لهذا فإنّ الأكاديميين بخاصة يمتلكون فرصة خاصة لاتُتاحُ لسواهم في التأثير على الطلبة الدارسين، ويمكنُ تحسّس مفاعيل هذا التأثير إذا ماعلمنا أنّ إستطلاعات الرأي تشيرُ –وبشكل ليس مثار دهشة أبداً– أنّ الشباب اليافعين الذين يتوقّعون العيش لمعظم أجزاء هذا القرن (القرن الحادي والعشرين) هم الأكثر إهتماماً وتطلّعاً بشأن الموضوعات العالمية بعيدة المدى المؤثرة في عالمنا، ويمثل الإنشغال الطلّابي المتعاظم في حملات كثيرة منها، على سبيل المثال، حملة «النزعة الإيثارية المؤثّرة» جانباً واحداً من أوجه النشاط المزدهر الذي يشهدُ نمواً حثيثاً في كلّ العالم. كتابُ **ويليام ماك أسكِل William MacAskill** المنشور بعنوان (**إنجازُ العمل الجيّد بطريقة أفضل Doing Good Better**)[8] هو بمثابة إعلان (مانفيستو) جاذب ومؤثر في هذا السياق؛ فهو تذكرة لنا بأنّ التحسينات الطارئة ذات المعنى والقيمة في حياة الشعوب يمكن تحقيقها بواسطة إعادة توجيه الموارد المتاحة بطريقة قصدية مصمّمة تصميماً جيداً نحو الأمم النامية أو الفقيرة. المؤسسات الثرية لها شعبية أكثر من الحكومات في هذا الشأن (المثال القياسي الجاهز في هذا الميدان هو مؤسسة **بل وميليندا غيتس Bill & Melinda Gates** التي تمتلك زخماً عالمياً عظيم التأثير وبخاصة في ميدان صحّة الأطفال)؛ لكن هذه المؤسسات تبقى غير قادرة على النهوض بمهام الحكومات الوطنية فيما لو جابهت تلك الحكومات ضغوطات مناوئة من جانب مواطنيها لعمل تلك المؤسسات.

كنتُ قد أعليتُ في فصل سابق من الكتاب من دور الأديان العالمية (المقصود بها الأديان غير التقليدية، على شاكلة المعتقدات السائدة مثل السايتولوجيا Scientology،،، المترجمة) متمثّلاً في الجماعات العابرة للقومية والتي تفكّرُ بأهداف بعيدة المدى وتضعُ مصلحة المجتمع العالمي –الفقراء على وجه التحديد– في اعتباراتها قبل أي هدف آخر.

يمكن مثلاً الإشارة إلى مبادرة تبنّتها منظّمة علمانية تسمّى بِـ (Long Now Foundation)، تأسست في كاليفورنيا، وستعمد هذه المنظّمة إلى خلق رمز يتقاطعُ على نحو درامي مع كلّ توجهاتنا الحالية قصيرة المدى: ستنشئ هذه المنظّمة في كهف يقبع عميقاً في جوف الأرض بمنطقة في ولاية نيفادا ساعة عملاقة صُمّمت لكي تدقّ بتؤدة كبيرة لعشرة آلاف سنة قادمة، وقد تمّت برمجة تلك الساعة بحيث تطلقُ رنيناً مختلفاً كل يوم يختلف عن سابقه ولاحقه على مدى تلك السنوات الكثيرة. سيقف هؤلاء الذين سيزورون هذه الساعة في هذا القرن متأمّلين صرحاً أنشئ لكي يدوم أكثر من الكاتدرائيات المهيبة، وسيتملّكُ أحساسيسهم إلهامٌ مبجّلٌ وأملٌ بأن تستمرّ تلك الساعة العملاقة بالدق بطريقتها المميزة طيلة كلّ تلك القرون المائة القادمة، وسيغتبطون أكثر لو علموا أنّ بعض سلالتنا البشرية سيزورون هم أيضاً تلك الساعة.

على الرغم من أننا نعيشُ في ظلال مآزق غير معتادة وذات طبيعة كارثية فائقة التأثير لكن لايبدو ثمة عائق علمي يقفُ بوجه بلوغ عالم مستدامٍ يحظى بالأمن والسلام، وحيث سيكون بمستطاع كلّ فردٍ فيه أن يحظى (بلْ ويستمتع) بأسلوب حياة أرفع مقاماً من أسلوب الحياة الذي يعيشه الغربيون في يومنا هذا. يمكننا أن نكون متفائلين تقنيين حتى لو إستلزم جهد تحديد الأسبقيات التقنية إعادة ضبطٍ وتوجيه؛ فالمخاطر يمكن دوماً تصغيرُها وتقليل شأنها بإشاعة ثقافة «الإبتكار المسؤول Responsible Innovation» وبخاصة في الحقول البحثية الخاصة بالتقنية الحيوية، والذكاء الإصطناعي المتقدّم، والهندسة الجيولوجية،،، وكذلك بإعادة توجيه الزخم المطلوب في القطاعات البحثية التقنية على مستوى الجهد التقني العالمي. لاينبغي أن يهتزّ إيماننا بشأن العلم والتقنية، مثلما لاينبغي وضع الكوابح أمام التقدّم العلمي والتقني مهما كانت المسوّغات المعروضة تتلبّسُ لبوس العقلنة الهادئة والحكمة المكنوزة عبر الزمن البشري، وبخاصة بعد أن أصبحنا نشهد إنكفاءً واضحاً في «المبدأ التحذيري» الذي يرمي لقصر التطبيقات التقنية في حقول بعينها وبطريقة قصدية صارت أقرب لبعض القناعات العقائدية الصلبة. يستلزمُ التعامل مع التهديدات العالمية توظيف تقنيات أكثر

ممّا فعلنا حتى اليوم؛ لكنّ المطلوب هو أن تكون تلك التقنيات موجّهة بما يخدم التطلعات الإجتماعية وبما لايتقاطعُ مع الأخلاقيات الإنسانية الرفيعة.

تثير الفجوة المستعصية بين الجغرافيا السياسية (الجيوبوليتيك) والسوسيولوجيا -أي الفرق بين الإمكانات الطموحة من جهة ومايحصل على أرض الواقع من جهة أخرى- الكثير من التشاؤم. صحيحٌ أنّ السيناريوهات التي وصفتها في هذا الكتاب (التردّي البيئي، التغير المناخي غير المُراقَب، النتائج غير المقصودة للتقنيات المتقدّمة،،،) يمكن أن تطلق شرارة الكثير من النتائج السلبية السيئة والخطيرة (بل وحتى الكارثية) لمجتمعاتنا البشرية؛ لكنّ هذه النتائج يجب مواجهتها بطريقة تضمن التكاتف العالمي، وبالإضافة لذلك ثمة فشل مؤسساتي في التخطيط بعيد المدى من جهة، والتخطيط على مستوى عالمي من الجهة الأخرى: يحسبُ السياسيون حساباً لمن سيصوّتُ لهم في الإنتخابات القادمة، ويرنو حاملو الأسهم لأرباح كثيرة يتوقعونها في جولة زمنية قصيرة، ولاينشغل الكثيرون بما يحصل في أيامنا هذه في بلدان بعيدة من كوارث خطيرة، ولانحسبُ جميعنا (وبطريقة خطيرة) حساب المعضلات التي سنخلّفُها للأجيال الجديدة. لو شئنا الإختصار لقلنا بكلمات موجزة: مالم نمتلك رؤية منظورية عالمية واسعة، ومالم ندرك أننا جميعاً نتشاطرُ العيش في هذا العالم المتزاحم بالسكّان فإنّ الحكومات لوحدها لن تستطيع تحديد الأسبقيات المطلوبة للمشاريع ذات المديات البعيدة المؤثرة -من وجهة النظر السياسية- في تشكيل تأريخ هذا الكوكب. تندفعُ السفينة الفضائية المسمّاة (الأرض) في هذا الخلاء الكوني الموحش منذ أزمان سحيقة القدم، وساكنوها باتوا أكثر قلقاً وتوجّساً بعد أن صار نظام دعم الحياة لديهم (إشارة إلى النطاق الحيوي، المترجمة) أكثر وهناً وعُرضة للإضطراب والإنهيارات، ورغم هذه الحقيقة فثمة القليل من التخطيط الذي لايقدّمُ علاجاً ناجعاً، والقليل من إستكشاف الآفاق المنتظرة، والقليل من الإدراك الجمعي للمخاطر بعيدة المدى، وسيكون أمراً مخجلاً للغاية لو أورثنا الأجيال المستقبلية عالماً مستنفد الموارد تتهدّده المخاطر الكارثية المستفحلة التي إستعصى علاجها أو التقليل من آثارها المدمّرة في أقلّ تقدير.

بدأتُ هذا الكتاب باقتباسٍ من إج. جي. ويلز، وها أنا أنهيه باستذكار كلمات الحكيم - المعلّم بيتر مدوّر **Peter Medawar** التي قالها في النصف الثاني من القرن الماضي:

الأجراس التي تقرعها البشرية هي في معظمها مثلُ الأجراس المعلّقة في رقاب الماشية التي ترعى على مقربة من سفوح جبال الألب؛ فهي معلّقةٌ في رقابنا نحنُ سكّان هذا الكوكب، وسيكون بالضرورة خطأنا غير المغتفر إذا ماأطلقت تلك الأجراس أصواتاً ناشزة لاتبعث على البهجة[9].

حان الوقت في يومنا هذا لامتلاك رؤية تفاؤلية بشأن مصير حياتنا في هذا العالم، وحتى -ربما- لآفاق أبعد بكثير من حدود هذا العالم. نحنُ في مسيس الحاجة للتفكير على مستوى عالمي، وللتفكير بطريقة عقلانية، وللتفكير بعيد المدى مستعينين بالقدرات الفائقة التي تتيحُها تقنية القرن الحادي والعشرين - تلك التقنية التي ينبغي أن تحكمها موجّهات قيمية ليس بمستطاع العلم توفيرها لوحده.



الهوامش المرجعية

CHAPTER 1. DEEP IN THE ANTHROPOCENE

1. The Earl of Birkenhead, ***The World in 2030 AD*** (London: Hodder and Stoughton, 1930)

2. Martin Rees, ***Our Final Century*** (London: Random House, 2003). The US edition (published by Basic Books) was retitled ***Our Final Hour.***

3. H. G. Wells's lecture, ***'The Discovery of the Future'***, was given at the Royal Institution, London, on January 24, 1902, and subsequently was published in a book with that title.

4. ***'Resilient Military Systems and the Cyber Threat'***, Defense Science Board Report January 2013. Similar concerns have been reiterated by General Petraeus and other senior US figures.

5. The 2017 revision of the UN ***'World Population Prospects'*** quotes a best estimate of 9. 7 billion for the 2050 population. Another authoritative source is the Population Project of the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), which estimates somewhat lower figures.

6. There are many reports on world food and water supplies— for instance, the 2013 report ***'Modelling Earth's Future',*** jointly prepared by the Royal Society and the National Academy of Sciences.

7. ***'Our Common Future'***, Report from the UN World Commission on Environment and Development,1987.

8. Juncker's remark is quoted in the *Economist*, March 15, 2007.

9. The ***'planetary boundaries'*** concept was spelled out in a 2009 report from the Stockholm Resilience Centre.
10. This quote is from E. O. Wilson's ***The Creation: An Appeal to Save Life on Earth*** (New York: W. W. Norton, 2006).
11. The conference, on May 2–6, 2014, was titled ***'Sustainable Humanity, Sustainable Nature: Our Responsibility',*** and was cosponsored by the Pontifical Academy of Sciences and the Pontifical Academy of Social Sciences.
12. The quote is from Alfred Russel Wallace, ***The Malay Archipelago*** (London: Harper, 1869).
13. ***The Skeptical Environmentalist*** was published by Cambridge University Press in 2001. The Copenhagen Consensus, founded in 2002, is under the auspices of the Environmental Assessment Institute in Copenhagen.
14. The scientists involved in this project include C. Kennel at the University of California–San Diego, in La Jolla, and Emily Shuckburgh and Stephen Briggs in the United Kingdom.
15. The Stern Review Report on Economics of Climate Change, HM Treasury, UK, 2006.
16. G. Wagner and M. Woltzman, ***Climate Shock and the Economic Consequences of a Hotter Planet*** (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2015).
17. W. Mischel, Y. Shoda, and M. L. Rodriguez***, 'Delay of Gratification in Children',*** *Science* 244 (1989): 933–38.
18. ***'Cuba's 100–Year Plan for Climate Change'***, *Science* 359 (2018): 144–45.
19. In the United Kingdom the case for the circular economy has gained traction through the advocacy of a widely admired high–profile figure, the around–the–world sailor Ellen MacArthur.
20. An excellent survey of geoengineering is Oliver Morton, ***The Planet Remade: How Geoengineering Could Change the World*** (Princeton: NJ: Princeton University Press, 2016).

CHAPTER 2. HUMANITY'S FUTURE ON EARTH

1. Robert Boyle's archives, and this document in particular, are discussed by Felicity Henderson in a 2010 Royal Society Report.
2. This list can be found online at **https: //www. telegraph. co. uk/news/uknews/7798201/Robert–Boyles– Wish–list. html.**
3. Two highly accessible books on these developments are Jennifer A. Doudna and Samuel S. Sternberg, ***A Crack in Creation*** (Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2017) (Jennifer Doudna is one of the inventors of CRISPR/Cas9) ; and Siddhartha Mukherjee, ***The Gene: An Intimate History*** (New York: Scribner, 2016).
4. The paper, by D. Evans and R. Noyce of the University of Alberta, is in *PLOS One* and is discussed in *Science News* on January 19, 2018. Ryan S. Noyce, Seth Lederman, and David H. Evans, ***'Construction of an Infectious Horsepox Virus Vaccine from Chemically Synthesized DNA Fragments'***, *PLOS One* (January 19, 2018): **https: //doi. org/10. 1371/ journal. pone. 0188453.**
5. Chris D. Thomas, ***Inheritors of the Earth*** (London: Allen Lane, 2017).
6. Steven Pinker, ***The Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined*** (New York: Penguin Books, 2011).
7. Freeman Dyson, ***Dreams of Earth and Sky*** (New York: Penguin Random House, 2015).
8. An overview of these developments is given in Murray Shanahan, ***The Technological Singularity*** (Cambridge, MA: MIT Press, 2015) ; and Margaret Boden, ***AI: Its Nature and Future*** (Oxford: Oxford University Press, 2016). A more speculative 'take' is offered by Max Tegmark, ***Life 3. 0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*** (New York: Penguin Random House 2017).
9. David Silver et al. , **'Mastering the Game of Go without Human Knowledge'**, *Nature* 550 (2017): 354–59.

10. Stuart Russell is quoted from the *Financial Times*, January 6, 2018.
11. See Ray Kurzweil, ***The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*** (New York: Viking, 2005).
12. P. Hut and M. Rees, ***«How Stable Is Our Vacuum?»*** *Nature* 302 (1983): 508–9.
13. Derek Parfit's arguments are presented in part 4 of his ***Reasons and Persons*** (New York: Oxford University Press, 1984).
14. Good surveys of these extreme risks are given in Nick Bostrom and Milan Ćirković, eds. , ***Global Catastrophic Risks*** (Oxford: Oxford University Press, 2011) ; and Phil Torres, ***Morality, Foresight, and Human Flourishing: An Introduction to Existential Risks*** (Durham, NC: Pitchstone, 2018).

CHAPTER 3. HUMANITY IN A COSMIC PERSPECTIVE

1. Quoted in Carl Sagan, ***Pale Blue Dot: A Vision of a Human Future in Space*** (New York: Random House, 1994).
2. Alfred Russel Wallace, ***Man's Place in the Universe*** (London: Chapman and Hall, 1902) —this book can be downloaded free via the Gutenberg project.

CHAPTER 4. THE LIMITS AND FUTURE OF SCIENCE

1. A biography of Conway is Siobhan Roberts, ***Genius at Play: The Curious Mind of John Horton Conway*** (New York: Bloomsbury, 2015).
2. This essay can be found in Eugene Wigner, ***Symmetries and Reflections: Scientific Essays of Eugene P. Wigner*** (Bloomington: Indiana University Press, 1967).
3. The quote is from a classic 1931 paper by Paul Dirac titled **'Quantised Singularities in the Electromagnetic Field'**, *Proceedings of the Royal Society A*, 133 (1931): 60.

4. An excellent account of this discovery and its context is given by Govert Schilling in ***Ripples in Spacetime*** (Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 2017).

5. Freeman Dyson, ***'Time without End: Physics and Biology in an Open Universe'***, *Reviews of Modern Physics* 51 (1979): 447–60.

6. Martin Rees, ***Before the Beginning: Our Universe and Others*** (New York, Basic Books, 1997).

7. David Deutsch, ***The Beginning of Infinity: Explanations That Transform the World*** (New York: Viking, 2011).

8. Darwin in a letter to Asa Gray written on May 22, 1860. Darwin Correspondence Project, Cambridge University Library.

9. William Paley, ***Evidences of Christianity*** (1802).

10. Parts of this section first appeared in Martin J. Rees, ***" Cosmology and the Mulitverse, in Universe or Multiverse***, ed. Bernard Carr (Cambridge: Cambridge University Press, 2007).

11. John Polkinghorne, ***Science and Theology*** (London:

SPCK/Fortress Press, 1995).

CHAPTER 5. CONCLUSIONS

1. E. O. Wilson, ***Letters to a Young Scientist*** (New York: Liveright, 2014).

2. Karl Popper's key work on the scientific method is ***The Logic of Scientific Discovery*** (London: Routledge, 1959) —a translation of the original German version published in 1934. In the intervening years, Popper enhanced his reputation with his deeply impressive contribution to political theory: ***The Open Society and Its Enemies.***

3. P. Medawar, ***The Hope of Progress*** (Garden City, NY: Anchor Press, 1973) , 69.

4. T. S. Kuhn, ***The Structure of Scientific Revolutions*** (Chicago: University of Chicago Press, 1962).

5. The accessible book ***The Meaning of Science***, by Tim Lewens

(New York: Basic Books, 2016) , offers a clear critique of the viewpoints of Popper, Kuhn, and others.

6. Jared Diamond, ***Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*** (New York: Penguin, 2005).
7. Lewis Dartnell, ***The Knowledge: How to Rebuild Our World from Scratch*** (New York: Penguin, 2015). Books such as this are educative. It's surely regrettable that so many of us are ignorant of the basic technologies we depend on.
8. William MacAskill, ***Doing Good Better: Effective Altruism and How You Can Make a Difference*** (New York: Random House, 2016).
9. ***The Future of Man*** (1959).



لطفية الدليمي
الأعمال المنشورة



المؤلفات:

- ممر إلى أحزان الرجال (قصص) – بغداد، 1970.
- البشارة (قصص) – بغداد، 1975.
- التمثال (قصص) – بغداد.
- إذا كنت تحب (قصص) – بغداد، 1980.
- عالم النساء الوحيدات (رواية وقصص) – بغداد، 1986 – طبعة ثانية دار المدى 2010
- من يرث الفردوس (رواية) – الهيئة المصرية العامة للكتاب – القاهرة، 1989 – طبعة ثانية بغداد، دار المدى 2014.
- بذور النار (رواية) – بغداد، 1988.

- موسيقى صوفية (قصص) – بغداد (حصلت على جائزة القصة العراقية 2004) – طبعة ثانية 2013 دار المدى – بغداد.
- في المغلق والمفتوح– مقالات جمالية. تونس دار نقوش عربية 1999
- مالم يقله الرواة (قصص) –الأردن – دار ازمنة – 1999.)
- شريكات المصير الأبدي – دراسة عن المرأة المبدعة في حضارات العراق القديمة – دار عشتار– القاهرة– 1999، وطبعة ثانية – دار المدى 2013 بغداد.
- الساعة السبعون (نصوص) – بغداد – 2000.
- ضحكة اليورانيوم (رواية)، 2000
- برتقال سمية (قصص) – 2002– بغداد
- حديقة حياة– (رواية) 2004 دار الشؤون الثقافية – بغداد
- يوميات المدن – 2009 – دار فضاءات – الأردن
- كتاب العودة إلى الطبيعة – بغداد 1989
- رواية (سيدات زحل) 2009 – دار فضاءات – الأردن، وطبعة ثانية لدار فضاءات في 2012 وطبعة ثالثة في 2014. طبعة رابعة دار المدى 2017
- كتاب كوميكس باللغة الاسبانية بعنوان (بيت البابلي) مستل من فصول رواية سيدات زحل – 2013 دار نورما –مدريد.
- مسرات النساء (قصص) – دار المدى – 2015
- اذا كنت تحب (قصص) – دار المدى 2015
- عُشّاق وفونوغراف وأزمنة (رواية) – دار المدى – 2016
- مُدُني وأهوائي: جولات في مدن العالم (الكتاب الفائز بجائزة إبن بطوطة للأدب الجغرافي عن فئة أدب الرحلات) – المؤسسة العربية للدراساتوالنشر بالإشتراك مع دار السويدي – 2017
- مملكة الروائيين العظام – دار المدى – 2018
- عصيان الوصايا: كاتبة تجوب عالم الكتابة – دار المدى – 2019
- إضاءة العُتمة: أفكار ورؤى – دار المدى – 2020
- كاليدوسكوب: العالم والانسان من منظورات متعدّدة – دار المدى – 2020

الأعمال المترجمة عن الإنكليزية:

- بلاد الثلوج (رواية) - ياسوناري كواباتا - دار المامون - بغداد 1985- طبعة ثانية دار المدى 2013
- ضوء نهار مشرق (رواية) - أنيتا ديساي- دار المامون - بغداد1989- طبعة ثانية، دار المدى 2012
- من يوميات أناييس نن - دار أزمنة - الأردن -1999- طبعة ثانية - دار المدى 2013
- شجرة الكاميليا- قصص عالمية - بغداد 2000 دار الشؤون الثقافية
- حلمٌ غايةٍ ما - السيرة الذاتية للكاتب - الفيلسوف كولن ويلسون، دار المدى، 2015
- أصوات الرواية - حوارات مع نخبة من الروائيّات والروائيين - صدر ككتاب مجّاني مع مجلّة دبي الثقافيّة العدد 121 في يونيو 2015
- تطوّر الرواية الحديثة، تأليف: جيسي ماتز، دار المدى، 2016، طبعة ثانية 2018
- فيزياء الرواية وموسيقى الفلسفة: حوارات مختارة مع روائيات وروائيين - دار المدى - 2016
- رحلتي: تحويل الأحلام إلى أفعال (مذكرات الرئيس الهندي الراحل زين العابدين عبد الكلام) - دار المدى - 2017
- قوة الكلمات: حوارات ومقالات لنخبة من المفكرين والفلاسفة - بغداد - دار المدى - 2017
- الرواية المعاصرة، تأليف: روبرت إيغلستون، بغداد - دار المدى - 2017
- الروايات التي أحبّ، حوارات مع مجموعة من الكُتّاب - دار المدى - 2018
- الثقافة، تأليف: تيري إيغلتون، بغداد - دار المدى - 2018
- نزهة فلسفيّة في غابة الأدب: حوارية بين الروائية - الفيلسوفة آيريس مردوخ والفيلسوف بريان ماغي - بغداد - دار المدى - 2018
- الثقافتان والثورة العلمية، تأليف: تشارلس بيرسي سنو، دار المدى

– 2018 (نُشِر جزء من الكتاب بعنوان – الثقافتان – ككتاب شهري لمجلة الفيصل الثقافية في عددها لشهري سبتمبر وتشرين أول 2018)

- طريق الحكمة، طريق السلام: كيف يفكّر الدالاي لاما؟ – دار المدى، بغداد – 2018
- الرواية العالمية: التناول الروائي للعالم في القرن الحادي والعشرين، تأليف: آدم كيرش، دار المدى – بغداد – 2019
- إكتمال العالم: الأدب – المعرفة – السعادة، تأليف: فيرجينيا وولف وآخرون، دار المدى – بغداد – 2019
- الأسئلة الكبرى: الفيزياء الحديثة وأحجيات الكون والوجود البشري، تأليف: بول ديفيز، دار المدى – بغداد – 2019
- آلان تورِنغ: مأساة العبقري الذي غيّر العالم، دار المدى – بغداد – 2019
- موجز تأريخ حياتي (سيرة ذاتية)، تأليف: ستيفن هوكينغ، دار آشور بانيبال للثقافة والنشر – بغداد – 2019
- الفكر العابر للإنسانية: موجز تأريخي، تأليف: نِكْ بوستروم، دار المدى – بغداد – 2019
- توني موريسون: سيرة موجزة لكاتبة شجاعة، تأليف: بربارا كريمر، دار المدى – بغداد – 2019
- الثقافة الثالثة، تأليف: نخبة من العلماء والفلاسفة، دار المدى – بغداد – 2020

الأعمال الدرامية:

- مسرحية الليالي السومرية – نالت جائزة أفضل نص يستلهم التراث السومريّ – قراءة مغايرة لملحمة كلكامش.
- مسرحية الكرة الحمراء – 1997
- مسرحية الشبيه الأخير – 1995
- مسرحية قمر أور.

- مسرحية شبح كلكامش.
- مسلسل تاريخي عن الحضارة البابلية بـ (30) ساعة.
- سيناريو صدى حضارة – عن الموسيقى في الحضارة الرافدينية.

الدراسات:

- جدل الانوثة في الأسطورة – نفي الانثى من الذاكرة
- كتابات في موضوعةالمرأة والحرية
- دراسات في مشكلات الثقافة العراقية الراهنة
- اللغة متن السجال العنيف بين النساء والرجال– لغة للنساء في سومر القديمة
- صورة المرأة العربية في الإعلام المعاصر
- دراسات في واقع المرأة العراقية خلال العقود السابقة وبعد الاحتلال
- دراسات في حرية المرأة – إعداد وتحرير وتقديم – مركز شبعاد 2004 بغداد
- كتاب أوضاع المرأة العراقية في ظل العنف بأنواعه وعنف الإحتلال – إعداد وتحرير وتقديم، 2005
- مختارات من القصة العراقية – ترجم إلى الإنكليزية والإسبانية – تحرير وتقديم مشترك– دار المأمون



لاأظنّ أنّ أحداً سيتخالف معي بشأن قلّة الأدبيات الخاصة بمبحث علم المستقبليات Futurology في عالمنا العربي، وربما يمكن للمرء بعد طول تفكّر في هذه الحقيقة أن يخلص إلى قناعة بأننا نفكّر ليومنا بأكثر ممّا نفكّر في مآلات الغد. قد يرى بعضٌ أننا لسنا لاعبين مؤثرين في الجغرافيا السياسية للعالم؛ وعليه فليس من ضرورة ملزمة لأن نتفكّر في مآلات عالم لانساهم في صناعته وتشكيله لأنّ هذا الأمر إختصاص حصري لكبار اللاعبين السياسيين وعمالقة العلم والتقنية في العالم. أرى أنّ هذا الرأي فاسدٌ يجانب أمثولات التأريخ وحقائق الجغرافيا السياسية، وينطلق من قناعات راسخة إستطابت واقع الحال وفترت عزائمها على النهوض بواقعها -مهما بدا عصياً على التغيير-؛ فالأمم -كما الأفراد- تستطيع إحداث إنقلابات جذرية في أحوالها متى ماامتلكت الرؤية والرغبة في التغيير، وليس مثال رواندا عنّا ببعيد. إنّ العالم العربي، وبرغم كلّ الصور الأقرب إلى العوالم الديستوبية، يحفل بالكثير من البؤر المضيئة والمحاولات الجادة التي تتطلّع لأن تكون مثاباتٍ عالمية في مستقبل لاأحسبه بعيداً عن يومنا هذا.



ثمّة أمرٌ آخر بشأن أهمية المباحث الخاصة بالدراسات المستقبلية: المعرفة تسبق الفعل، وهذه حقيقة أظنها تصحّ في كلّ المجالات؛ وعليه إذا أردنا أن نرتفع بوتيرة تطورنا العلمي والتقني لابدّ من معرفة مآلات التوجهات العلمية والتقنية الحالية والتي سيكون لها الأثر الأعظم في تشكيل صورة العالم في المستقبل القريب. هنا تلعب الدراسات المستقبلية دوراً حاسماً في إعادة ترتيب أولويات الإنفاق الإقتصادي على القطاعات التي يُتوقّعُ أن يكون لها الأثر الأعظم في تمكين الإقتصاد وتعظيم دور الفرد والمجتمع معاً. لاينبغي أن نتناسى بالطبع أنّ بعض جوانب التطوّر العلمي والتقني الحالي والمستقبلي تنذرُ بمفاعيل مهدّدة للحياة البشرية -وربما بلغت مبلغ الكارثة-؛ وعليه سيكون من المناسب -بل الضروري للغاية- معرفة الوسائل التي تتيحُ لنا تفادي مثل هذه المخاطر المعوّقة؛ فنحن -العرب- في النهاية جزءٌ من هذا العالم ولسنا سكّان جزيرة معزولة، والكوارث المستقبلية -إن حدثت- لن تستثني أحداً لأنها كوارث عالمية الطابع globalised بالضرورة.